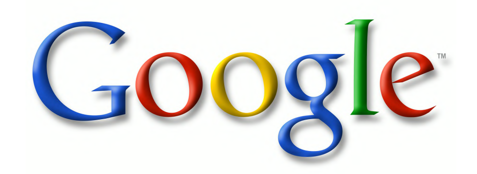
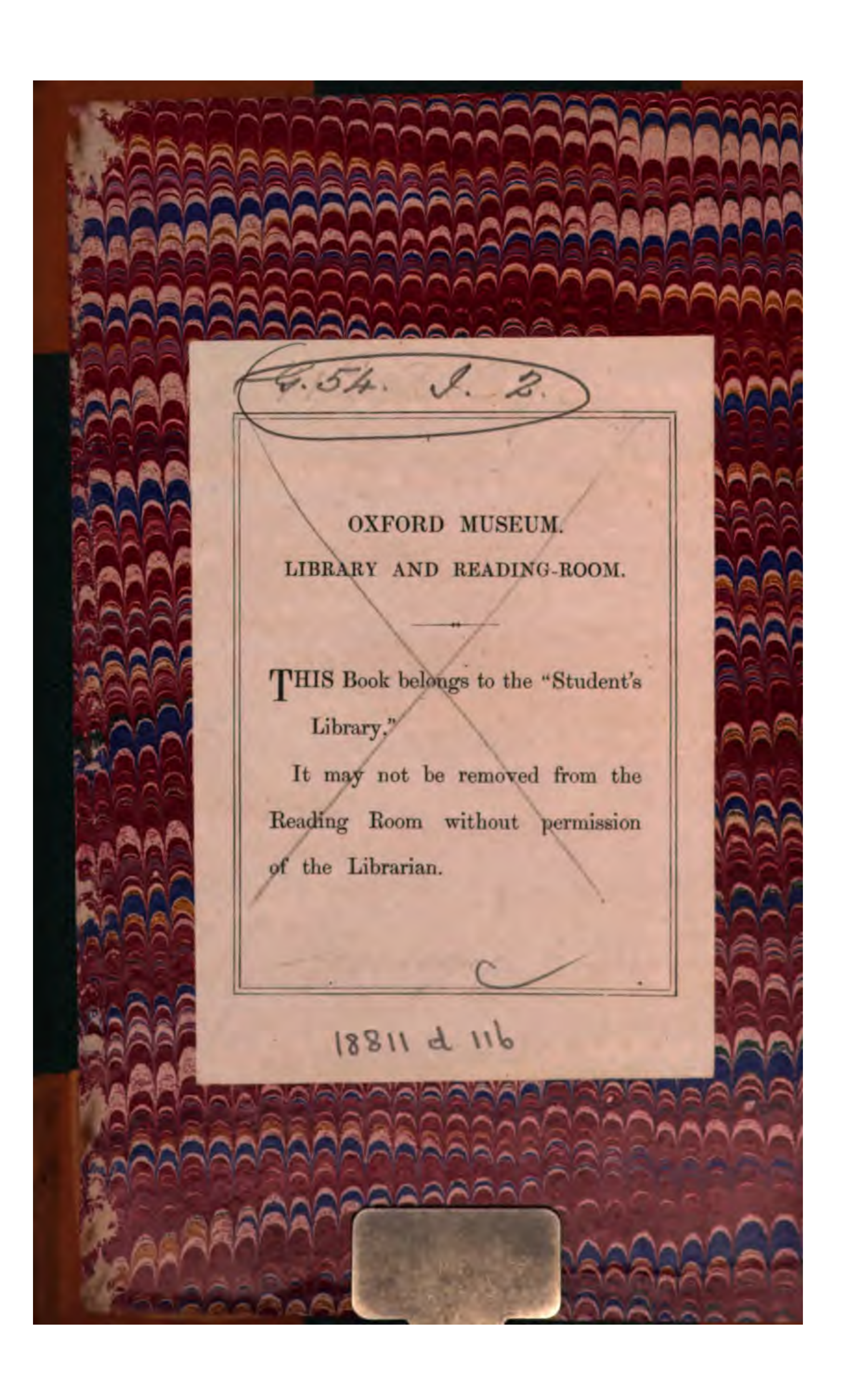
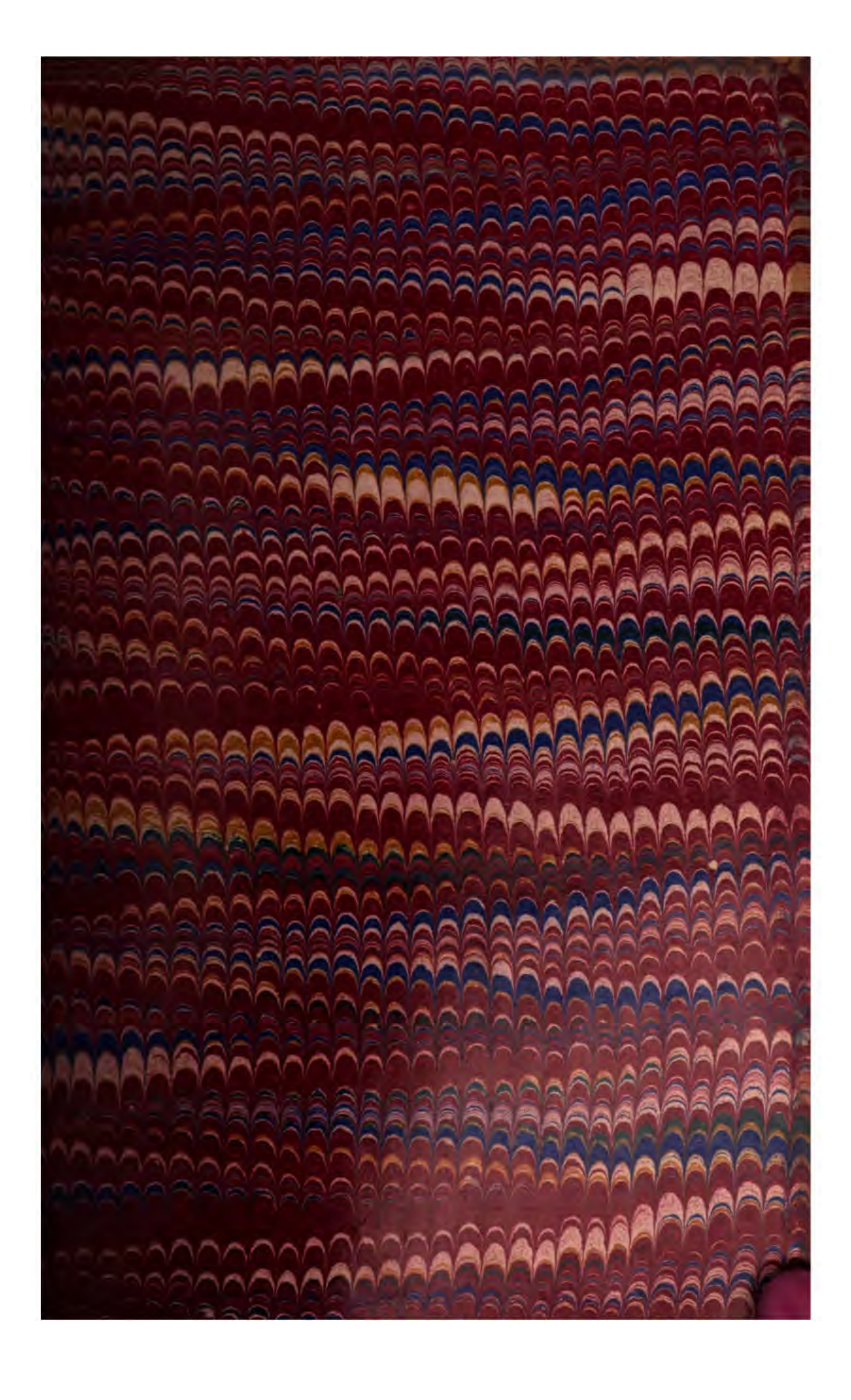
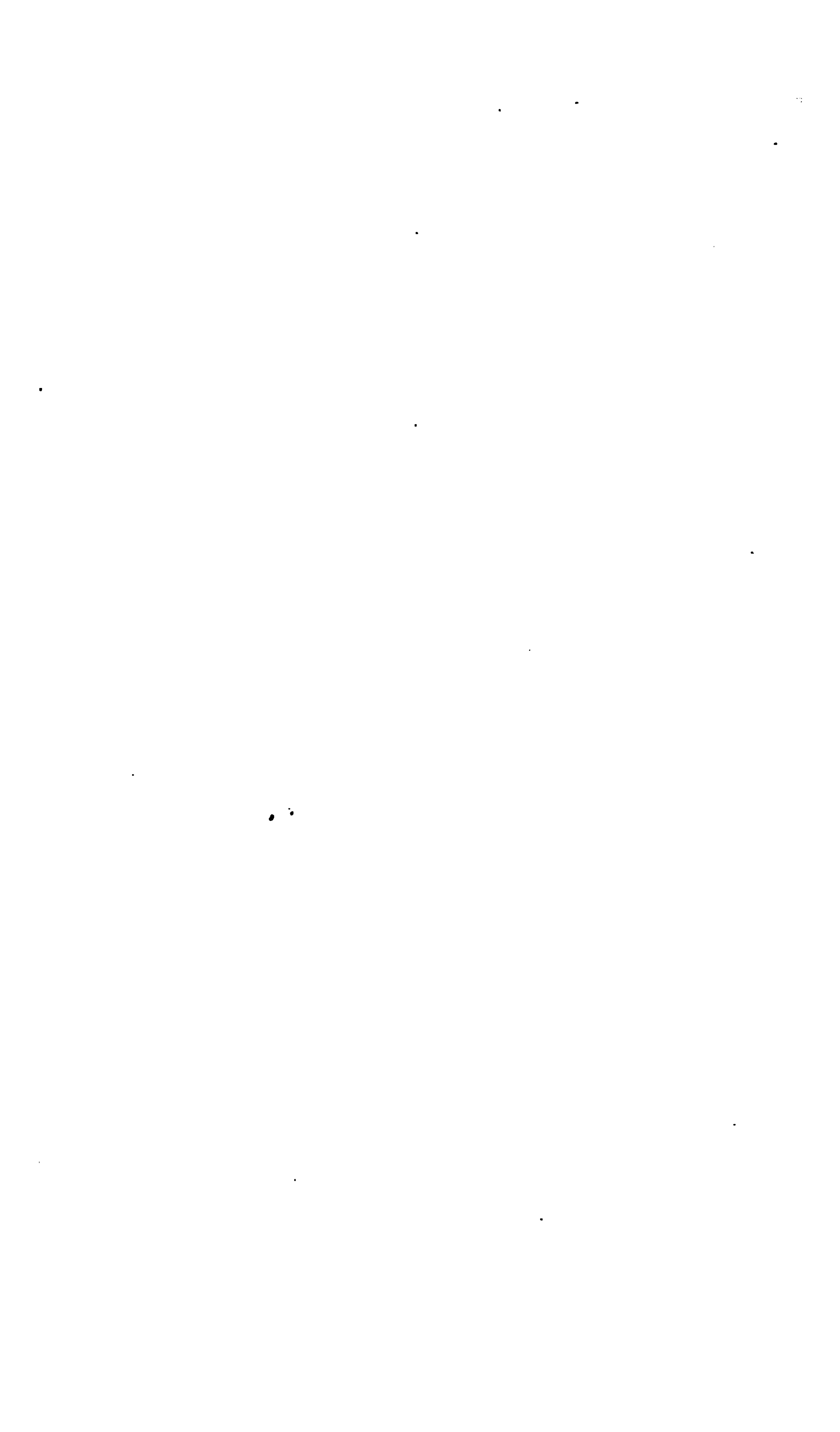














[

S I E

IANN,

EIPZIG UND DER FÜRSTL. JABLO-
ÖTTINGEN, UND DER ROY. GEOL.
IN UND ZU MÜNCHEN, SOWIE DER
GELEHRTEN GES. WIRKL. ODER

AGE.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1862.



INHALT.

Chthonographie oder Geognosie der festen Erdkruste.

Applicativer Theil.

Formationslehre.

höchst unregelmässige Wechsel von Schichten mit und ohne Versteinerungen, von Mergeln, Sandsteinen, Conglomeraten und Rudistenbänken eine Gliederung nach einzelnen Etagen ganz unmöglich macht. Die mancherlei Gesteine der Gosaubildung sind daher, wie Reuss sagt, zu einem einzigen Systeme verbunden, dessen Schichten an verschiedenen Puncten nach den verschiedenen Localverhältnissen wechseln, ohne dass sich jedoch in diesem Wechsel eine Regelmässigkeit, ein bestimmtes Gesetz nachweisen liesse.

Indessen giebt sich doch ein Verhältniss zu erkennen, welches wenigstens im Gosauthale die Unterscheidung zweier Gruppen gestattet. Im Gosauthale und Russbachthale nämlich, wo die ganze Bildung eine Mächtigkeit von 2500 Fuss erreicht, ist nur die untere Abtheilung mit organischen Ueberresten versehen, während die obere Abtheilung ganz frei davon ist. Auch walten die Conglomerate nach unten vor; über ihnen liegen sehr mächtig die petrefactenreichen, meist blaulichgrauen Mergel mit eingeschalteten Bänken von Rudistenkalkstein, von Sandstein und Conglomerat, und damit endigt die untere, fossilhaltige Gruppe. Die obere, fossilfreie Gruppe besteht vorwaltend aus grauen und rothen Mergeln, mit seltenen Einlagerungen von Sandstein und Conglomerat, bis endlich eine Sandstein-Etage das Ganze beschliesst.

Die Conglomerate bestehen gewöhnlich aus Geröllen von Buntsandstein und Jurakalk mit kalkigem oder thonigem Cäment, spielen meist eine sehr untergeordnete Rolle, treten aber, eben so regellos wie die Rudistenbänke, bald höher bald tiefer zwischen den Mergeln, Schiefern und Sandsteinen auf, in welche sie durch allmälige Verfeinerung des Kornes übergehen. Die Sandsteine sind meist grau oder graulichweiss, und wechseln vielfach in der Grösse des Kornes und in ihrer sonstigen Beschaffenheit; eine feinkörnige Varietät liefert die bekannten Gosauer Wetzsteine. Von den gewöhnlichen, blaulichgrauen oder röthlichen, leicht verwitternden und fossilreichen Mergeln unterscheiden sich auffallend die hier und da (wie bei Klein-Zell, an der Reissalpe und bei Lilienfeld) vorkommenden, lebhaft bunt gefärbten und äusserst dünnschieferigen Gesteine, welche ganz frei von Fossilien sind. Steinkohlen kennt man an mehren Orten, wie bei Grünbach und St. Wolfgang; in ihrer Nähe kommen auch Pflanzenreste vor, z. B.

Geinitzia cretacea Endl.	*Phyllites pelagicus* Unger
Pecopteris Zippei Corda	*Flabellaria longirhachis* Unger.

Ausserdem gehören zu den wichtigsten Fossilien der Gosaubildung:

Cyclolites ellipticus Lam.	*Inoceramus Cuvieri* Sow.
Thamnastraea agaricites Edw.	. . . . . . *Cripsii* Mant.
Hippurites cornu vaccinum Bronn	*Cardium productum* Sow.
. . . . . *organisans* Desm.	*Nerinea bicincta* Bronn
. . . . . . *sulcatus* Defr.	*Actaeonella laevis* Orb.
Caprina Aguilloni Orb.	. . . . *gigantea* Orb.
Ostrea vesicularis Lam.	*Natica bulbiformis* Sow.
Neithea quinquecostata Bronn	

Cephalopoden sind selten; doch kommen noch einzelne Ammoniten, Scaphiten und Nautili vor. Von Gastropoden finden sich viele Species von *Cerithium*, *Voluta*, *Fusus*, *Turbo*, *Rostellaria*, *Delphinula*, welche oft an tertiäre Formen erinnern, und auch einen ähnlichen Zustand der Erhaltung zeigen, desungeachtet aber, wie Zekeli gezeigt hat, von allen tertiären Species verschieden sind. Conchiferen sind ungemein häufig, zumal viele Pectiniden, Crassatellen und Arcaceen. Sehr selten erscheinen Brachiopoden, Echinodermen und Krinoiden, wogegen Rudisten und Korallen in erstaunlicher Menge auftreten.

Wichtige Localitäten der Gosaubildung sind: die Neue Welt und Grünbach, westlich von Wiener-Neustadt, die untersten Abhänge des Kettenloitzberges nord-

westlich von Neunkirchen, Breitensol südlich von Buchberg, Gansbauer nordwestlich von Gloggnitz, Gams bei Hieflau, Hinter-Laussa, Windischgarten, das Gosauthal als typische Region. St. Wolfgang, der Untersberg, Geschwend bei Kössen und Brixlegg in Tirol.

In den Südalpen ist die obere Kreideformation gewöhnlich durch hellfarbige, sehr dichte und feste Kalksteine vertreten, in denen Ueberreste von *Inoceramus, Hippurites, Ananchytes* und auch stellenweise, wie z. B. bei Sirone, von *Actaeonella gigantea* vorkommen. Santa-Croce bei Belluno ist ein an Fossilien besonders reicher Punct. — In Istrien und Dalmatien spielen vorzüglich die Rudistenkalksteine eine sehr wichtige Rolle.

C. Kreideformation der bayerischen Alpen.

Die neueste Darstellung der Kreideformation der östlichen Alpen gab Gümbel in seinem reichhaltigen Werke über das bayerische Alpengebirge*); auch glauben wir die Betrachtungen dieser Formation nicht besser beschliessen zu können, als mit einer Uebersicht der von diesem ausgezeichneten Geologen gewonnenen Resultate.

Gümbel anerkennt dieselben fünf Abtheilungen der Kreideformation, welche wir in diesem Lehrbuche angenommen haben, und glaubt solche auch in den bayerischen Alpen nachweisen zu können, obgleich dort die untere Kreideformation und besonders die Neocombildung weit mächtiger ausgebildet und bestimmter charakterisirt ist, als die obere Kreideformation.

I. Untere Kreideformation.

1. Neocombildung. Die Profile an der Canisfluhe und im Larosgraben geben den schönsten Aufschluss über die Gliederung derselben, welche so manchfaltig ist, dass Gümbel nicht nur eine untere und eine obere Abtheilung, sondern auch in jeder derselben drei verschiedene Stufen unterscheidet.

a. Untere Neocombildung.

α. Erste Stufe. Sie besteht aus dunkelfarbigem, grauem und schwarzem, doch gelblichgrau verwitterndem Mergelschiefer, aus sandigem Schiefer, Sandstein, grosskörnigem glaukonitischem Oolith, und schwarz geadertem Kalkstein. Die untersten Schichten sind fast fossilfrei, bis auf seltene Fucoiden; in den Oolithen aber finden sich viele organische Ueberreste, und zwar besonders:

Rhynchonella depressa Orb.	*Ostrea Boussingaulti* Orb.
. . . . *lata* Orb.	*Astarte striatocostata* Orb.
Terebratula praelonga Sow.	mehre Korallen
. . . . *Carteroniana* Orb.	Cidaritenstacheln
. . . . *Marcousana* Orb.	*Chondrites sp.*

β. Zweite Stufe. Hellfarbiger, erdiger Kalkschiefer mit vielen Aptychen, auch Ammoniten und Crioceraten; dunkelfarbiger sandiger Mergelschiefer, aschgraue fleckige Mergel, und verschiedene kieselige und sandige Schichten. Diese Stufe ist es, welche zuerst von Lill am Rossfelde erkannt, und durch Franz v. Hauer unter dem Namen der Rossfelder Schichten der Neocombildung zuge-

*) Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges, 1861, S. 125 ff. und besonders 519 ff.

LEHRBUCH DER GEOGNOSIE.

ZWEITER BAND.

Seite

Erstes Kapitel.
Liasformation.

Zweites Kapitel.
Juraformation.

A. Doggerformation oder Brauner Jura.

B. Weisse Juraformation.

Drittes Kapitel.
Wealdenformation.

Dreizehnter Abschnitt.
Kreideformation.

Erstes Kapitel.
Gesteine der Kreideformation.

Zweites Kapitel.
Gliederung der Kreideformation.

Seite

Drittes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der Kreideformation.

Viertes Kapitel.

Beispiele der verschiedenen Ausbildungsweise der Kreideformation.

wiesen wurde; auch gehören zu ihr die von Lill aufgeführten Schrambacher Schichten, welche Lipold als neocome von den jurassischen Oberalmer Schichten trennte. Vorzüglich bezeichnende Fossilien sind:

Aptychus Didayi Coq.	*Ammonites infundibulum* Orb.
. . . . *angulatocostatus* Pet.	. . . . . *Astierianus* Orb.
. . . . *breviflexuosus* Gümb.	. . . . . *Jeannoti* Orb.
Crioceras Duvalii Orb.	. . . . . *quadrisulcatus* Orb.
. . . . *Emerici* Orb.	

In Oberitalien wird diese Stufe durch den Biancone repräsentirt.

γ. Dritte Stufe. Schwarzgraue kieselige Kalkbänke und harte, dünnschieferige Mergelschiefer walten vor; ihnen untergeordnet sind hellgraue dichte Kalksteine, schwarze Kieselkalke, graue Hornsteine, dichte schwarze oder grünliche Mergelsandsteine und weiche Mergelthone. Die festen Gesteine werden von zahlreichen weissen oder pomeranzgelben Kalkspathtrümern durchschwärmt. Obgleich die Mächtigkeit dieser Stufe 900 bis 1100 Fuss beträgt, so ist sie doch arm an Fossilien, von welchen

Toxaster complanatus Ag.	*Ostrea macroptera* Orb. und
Terebratula tamarindus Sow.	*Belemnites semicanaliculatus* Blainv.
Exogyra Couloni Defr.	

die wichtigsten sind. Nach Osten keilt sich diese Stufe, welche offenbar dem Spatangenkalke Studers entspricht, zugleich mit dem Schrattenkalke aus.

b. Obere Neocombildung.

Ueber den vorigen Schichten folgt nun, 30 bis 150 Fuss mächtig, der schon aus der Ferne durch seine weissen mauerähnlichen Felsenriffe ausgezeichnete Schrattenkalk. In oft stundenweit hinziehenden unersteiglichen Felsenmauern setzt er fort bis zum Grünten, wo er sich rasch auskeilt, so dass er das Lechthal nicht mehr erreicht. Trotz der geringen Mächtigkeit lassen sich drei Stufen unterscheiden.

α. Gruppe der *Caprotina ammonia*; Bänke eines lichtgrauen, dichten, ziemlich reinen Kalksteins, erfüllt mit Rudisten, besonders mit *Caprotina ammonia* Orb.

β. Gruppe der Bryozoën; weisser, oolithischer Kalkstein, strotzend von Bryozoën, Foraminiferen und Korallen, welche auf der verwitterten Oberfläche hervorragen und solche ganz rauh machen.

γ. Gruppe der *Orbitulina lenticularis*; dichte bis feinkörnige, mehr oder weniger glaukonitische, mit schwarzen Hornstein-Nieren oder mit Pyritknollen erfüllte, auch dunkelfarbige, flaserige Kalksteine, ausgezeichnet durch *Orbitulina lenticularis*, welche oft ganze Gesteinsbänke bildet.

2. Gault. Derselbe besteht hauptsächlich aus weissen und grünen Sandsteinen, welchen überall als oberste Decke ein weisser oder röthlicher, flaseriger Kalkstein der folgenden Etage aufliegt; bei vollständiger Ausbildung zeigt er drei Glieder.

a. Grüne Mergelschicht von geringer Mächtigkeit, und stellenweise fehlend.
b. Riffsandstein; quarziger, gelblichweisser oder grauer, selten glaukonitischer, sehr fester Sandstein ohne organische Ueberreste.
c. Grünsandstein; durch Glaukonitkörner grün gefärbter sandiger Kalkstein oder kalkiger Sandstein, zuweilen so dicht, dass er wie Aphanit erscheint; er enthält oft Nester und Trümer von Hornstein, auch Pyritknollen, ist 20 bis 80 Fuss mächtig und das wichtigste Glied der ganzen Abtheilung. Von den nicht gerade häufigen Fossilien nennt Gümbel zunächst:

Ammonites Beudanti Brong. und *Turrilites Bergeri* Brong.

dann auch noch

Inoceramus concentricus	*Turrilites catenatus*
. . . . . *sulcatus*	*Belemnites minimus*
Ammonites Milletianus	Hamiten

und andere Formen. An diesen Sandstein schliesst sich die folgende Bildung innigst an.

II. Obere Kreideformation.

3. **Sewenkalkstein.** Ueber dem Gault breitet sich eine mächtige Ablagerung von dünnschichtigem, knollig-flaserigem, hellfarbigem Kalkstein aus, welcher nach unten noch glaukonitisch, überhaupt aber durchweg so innig mit dem Gault verbunden ist, dass man ihn kaum davon trennen möchte.

Dennoch weicht er paläontologisch von ihm ab, denn die Kalkschichten enthalten vorherrschend nur

Inoceramus striatus Mant.	*Inoceramus Cuvieri* Sow.
. . . . . *cuneiformis* Orb.	*Belemnites minimus* List.

Gümbel ist daher geneigt, diesen Kalkstein der Cenomanbildung beizurechnen.

Weiter aufwärts folgen graue, schwärzlich geflammte, thonige Mergelschiefer mit selten eingeschalteten Kalksteinschichten, 150 bis 200 F. mächtig, welche von Escher und Studer mit dem Sewenkalkstein vereinigt werden, in Vorarlberg und Bayern aber wenigstens petrographisch getrennt werden können. Von Fossilien finden sich besonders:

Inoceramus Cuvieri
. . . . . *cuneiformis* und
Scaphites aequalis.

Gümbel lässt die Stellung dieser Mergel noch unbestimmt, und nennt sie einstweilen Sewenmergel.

4. **Gosaubildung.** Unmittelbar an die Gosauschichten der österreicher Alpen, welche über die Salzach westwärts nach Bayern eintreten, schliessen sich die bekannten prächtigen Marmorkalksteine am Fusse des Untersberges und die mit Hippuriten erfüllten Kalksteine von Reichenhall an, um dann, mit einer den normalen Gosaugebilden ganz ähnlichen Beschaffenheit, weiter westlich bis nach Pfronten und Imst fortzusetzen.

Am Untersberge finden sich, ausser *Hippurites cornu vaccinum* und *H. sulcatus*, auch mehre Species von Radiolilen oder Sphäruliten, während sich in den weiter westlich liegenden Gegenden statt der Rudisten die *Orbitulina concava* in ganz ausserordentlicher Menge einfindet. Durch Reuss ist der turonische Charakter der Gosaubildungen erwiesen worden, welcher demnach auch den ähnlichen Gebilden der bayerischen Alpen zukommt.

5. **Senonbildung.** Wie in den Alpen überhaupt die Senonbildung nur selten und in sehr untergeordneter Weise zur Entwickelung gelangt ist, so gilt diess auch für die bayerischen Alpen.

Im Nierenthale, unweit der durch ihren Hippuritenfels berühmten Nagelwand am Untersberge werden die Gosaugesteine von grünen und grauen Sandsteinen und dünnschieferigen, grauen oder rothen Mergelschiefern bedeckt.

Seite

Zweites Kapitel.

Granit- und Syenitformationen.

Vierter Abschnitt.

Uebergangs-Formationen,

oder cambrische, silurische und devonische Formation.

Erstes Kapitel.

Gesteine der Uebergangsformationen.

Zweites Kapitel.

Geotektonische Verhältnisse der Uebergangsformationen überhaupt.

Drittes Kapitel.

Eintheilung der Uebergangsformationen, und organische Ueberreste derselben.

Viertes Kapitel.

Einige Beispiele aus der cambrischen und silurischen Formation.

Drittes Kapitel.

Unterscheidung einer älteren und jüngeren Steinkohlenformation.

Viertes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der Steinkohlenformation.

Fünftes Kapitel.

Bildungsweise der Steinkohlenformation überhaupt und der Kohlenflötze insbesondere.

Achter Abschnitt.

Permische Formation.

Erstes Kapitel.

Permische Formation in Teutschland.

A. Rothliegendes.

B. Zechstein.

Zweites Kapitel.

Permische Formation in England.

Drittes Kapitel.

Permische Formation in Russland und anderen Ländern.

Seite

Viertes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der permischen Formation.

Neunter Abschnitt.

Porphyr-Formationen.

Erstes Kapitel.

Quarzfreie Porphyre oder Porphyrite.

Zweites Kapitel.

Quarzführende Porphyre oder Porphyre schlechthin.

Zehnter Abschnitt.

Melaphyr-Formation.

Elfter Abschnitt.

Triasformation.

Erstes Kapitel.

Buntsandstein-Formation.

Zweites Kapitel.

Muschelkalkformation.

Drittes Kapitel.

Keuperformation.

Zwölfter Abschnitt.

Jurassische Formationsgruppe.

Chthonographie

oder

Geognosie der festen Erdkruste.

Applicativer Theil.

Formationslehre.

§. 250. *Einleitung.*

Die Formationslehre hat sich mit der speciellen Untersuchung und Darstellung der mancherlei Gebirgsglieder zu beschäftigen, aus welchen die uns bekannte Erdkruste wirklich zusammengesetzt ist. Diese Gebirgsglieder sind entweder vorherrschende oder untergeordnete, (I, 868); die ersteren werden stets von eigentlichen Gesteinen (I, 382), die letzteren aber theils von Gesteinen, theils von anderen Mineral-Aggregaten gebildet, und als lagerartige und gangartige Gebirgsglieder unterschieden; (I, 878 und 880)*).

Die grossen, wesentlich aus vorherrschenden Gebirgsgliedern bestehenden Haupt-Etagen und Haupt-Depots, welche in der Architektur der Erdkruste hervortreten, sind zwar von sehr verschiedener Beschaffenheit, lassen sich aber doch nach gewissen Eigenschaften und Verhältnissen zu verschiedenen Aggregaten vereinigen, welche Gebirgsformationen oder auch Formationen schlechthin genannt werden. Obgleich nun diese Formationen zunächst als Inbegriffe von vorherrschenden Gebirgsgliedern zu denken sind, so können sie doch auch untergeordnete Gebirgsglieder begreifen. Es werden nämlich die mit den vorherrschenden Gebirgsgliedern in einem ursprünglichen und nothwendigen Zusammenhange stehenden untergeordneten Gebirgsglieder, welche theils von lagerartiger, theils von gangartiger Natur sind, und im letzteren Falle immer aus wirklichen Gesteinen bestehen, als blose Dependenzen der ersteren, mit diesen zusammengefasst; so dass also beide in ihrer Vereinigung die sogenannten Gebirgsformationen bilden.

---

*) Citate wie die obenstehenden, in welchen nach I nur noch eine Zahl steht, beziehen sich stets auf den ersten Band dieses Lehrbuches und auf die betreffende Seitenzahl. Citate, welche eine Seite dieses zweiten Bandes betreffen, werden blos durch die in Klammern eingeschlossene Seitenzahl ausgedrückt.

Diejenigen gangartigen Gebirgsglieder, welche nicht aus eigentlichen Gesteinen, sondern aus anderen Mineral-Aggregaten bestehen, und sich namentlich durch ihre mehr oder weniger häufige Erzführung von den übrigen Gängen unterscheiden, werden als eigenthümliche Bildungen unter dem Namen der Mineral- und Erzgänge abgesondert, und bilden eine selbständige Classe von untergeordneten Formationen, nämlich die Mineral- und Erz-Gangformationen.

Die ganze Formationslehre zerfällt hiernach in zwei grosse Hauptstücke, in die Lehre von den Gebirgsformationen und in die Lehre von den Gangformationen, von welchen letzteren jedoch diejenigen Gänge ausgeschlossen werden, welche nur als untergeordnete, aber wesentlich zugehörige Glieder gewisser Gebirgsformationen zu betrachten sind.

Anmerkung. Dass viele Mineralgänge und nicht wenige Erzgänge mit gewissen sedimentären Gebirgsformationen in einem sehr nahen Causalzusammenhange stehen, diess ist durchaus nicht zu bezweifeln. So wie nämlich die Gänge einer eruptiven Gesteinsformation in der Regel gar nichts Anderes sind, als die in unergründliche Tiefe hinabreichenden Wurzeln der, in der Form von Decken, Kuppen u. s. w. auftretenden grösseren Ablagerungen desselben Gesteins, so sind wohl auch manche Mineralgänge und Erzgänge nichts Anderes, als das in den Ausführungscanälen abgesetzte Material gewisser sedimentärer Schichten. Auf diese Weise mögen viele Quarzgänge mit gewissen krystallinischen Sandsteinbildungen, viele Rotheisenerzgänge mit gewissen eisenschüssigen Sandstein- und Conglomerat-Bildungen, und wohl auch manche Kalkspathgänge mit Kalksteinbildungen in einer sehr nahen genetischen Beziehung stehen*). Da aber diese Beziehung bis jetzt nur in sehr wenigen Fällen nachgewiesen worden ist, und da sich die erwähnten Gangbildungen wenigstens von denen sie zunächst einschliessenden Formationen völlig unabhängig zeigen, so ist die Verweisung derselben in ein besonderes Hauptstück der Formationslehre hinreichend gerechtfertigt. In gegenwärtigem Lehrbuche werden wir jedoch wohl nur das erste dieser Hauptstücke behandeln können.

Gebirgsformationslehre.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Verhältnisse der Gebirgsformationen.

A. Verhältnisse der Formationen überhaupt.

§. 251. *Begriff der Gebirgsformation.*

Eine Gebirgsformation oder Formation schlechthin ist ein Inbegriff sehr ausgedehnter oder auch sehr zahlreicher vorherrschender Gebirgsglieder, welche

*) Wir erinnern an die Gänge von Kieselschiefer, welche Freiesleben im Fichtelgebirge zwischen Steben und Lichtenberg, und Keilhau in der Gegend von Brevig, an den Sandsteingang, welchen der letztere Beobachter auf der Insel Vardöe, an die Kalkspathgänge, welche Pusch in der Gegend von Kielce, an den Kalksteingang, welchen Schmidt bei Sechshelden in Nassau, an die Gypsgänge, welche Virlet und Boblaye im Thale der Kelephina in Lakonien beobachtet haben.

ein selbständiges Ganzes bilden, und sich durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, durch ihre Structur und Lagerungsfolge als gleichzeitige Producte gleichartiger Bildungsprocesse zu erkennen geben.

Dieser Begriff ist von solcher Wichtigkeit, dass sein Inhalt einer etwas ausführlicheren Erörterung bedarf.

Da es nur grössere, weit ausgedehnte, oder doch an sehr vielen Puncten abgelagerte Gesteinsmassen sind, deren Complexe als Formationen gelten können, so haben wir es wesentlich mit vorherrschenden Gebirgsgliedern zu thun. Einige Formationen sind in der That über viele Hunderte, ja über Tausende von Quadratmeilen verbreitet, und ihre Ablagerungen können in sehr verschiedenen Ländern und Erdtheilen mit so grossartigen Horizontaldimensionen auftreten, während die Mächtigkeit derselben bald nach Hunderten, bald nach Tausenden von Fussen zu ermessen ist. Andere Formationen erscheinen in Ablagerungen von beschränkteren Dimensionen, welche aber in grosser Anzahl, theils sporadisch, theils zu Gruppen versammelt, in den verschiedensten Zonen angetroffen werden. Indessen schliessen sich an diese vorherrschenden Gebirgsglieder nicht selten auch untergeordnete Gebirgsglieder an, welche mit ihnen auf das Innigste verknüpft und zu einem und demselben grösseren Ganzen vereinigt sind.

Die Basaltgänge, welche z. B. in einer basaltischen Region aufsetzen, und überhaupt alle wirklichen, wenn auch ganz isolirt auftretenden Basaltgänge sind daher als Glieder der Basaltformation zu betrachten, obgleich sie ihren Dimensionen nach sehr häufig nur als untergeordnete Gebirgsglieder gelten können. Auf ähnliche Weise verhalten sich die Gänge und Gangstöcke aller pyrogenen oder eruptiven Gesteine. Eben so sind die Erzlager und die erzführenden Gesteinsschichten der sedimentären Formationen als Dependenzen, als untergeordnete, durch besondere Eigenschaften ausgezeichnete Glieder dieser Formationen zu betrachten.

Die zu einer und derselben Formation gehörigen Gebirgsglieder müssen sich aber durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, durch ihre Structur und Lagerungsfolge als gleichzeitige Producte gleichartiger Bildungsprocesse beurkunden.

Daher fordern wir, dass die Gesteine einer Formation, welchen Namen sie auch führen mögen, doch im Allgemeinen von solcher Beschaffenheit sind, dass auf eine unter ähnlichen Umständen und Bedingungen erfolgte ursprüngliche Bildung derselben geschlossen werden kann, wenn sie auch vielleicht theilweise durch spätere Einwirkungen eine mehr oder weniger auffallende Veränderung erlitten haben sollten.

Diese Gesteine werden ferner entweder fossilfreie oder fossilhaltige Gesteine sein (I, 390), weil in den meisten Fällen der völlige Mangel an organischen Ueberresten, als ein negativer Charakter, eben so wohl Werth hat, wie das Vorhandensein von solchen Ueberresten, als ein positiver paläontologischer Charakter. In diesem letzteren Falle müssen aber die vorhandenen Thier- oder Pflanzenreste entweder solche Uebereinstimmungen der Species, oder doch wenigstens solche Analogieen des Organisations-

Diejenigen gangartigen Gebirgsglieder, welche nicht aus eigentlichen Gesteinen, sondern aus anderen Mineral-Aggregaten bestehen, und sich namentlich durch ihre mehr oder weniger häufige Erzführung von den übrigen Gängen unterscheiden, werden als eigenthümliche Bildungen unter dem Namen der Mineral- und Erzgänge abgesondert, und bilden eine selbständige Classe von untergeordneten Formationen, nämlich die Mineral- und Erz-Gangformationen.

Die ganze Formationslehre zerfällt hiernach in zwei grosse Hauptstücke, in die Lehre von den Gebirgsformationen und in die Lehre von den Gangformationen, von welchen letzteren jedoch diejenigen Gänge ausgeschlossen werden, welche nur als untergeordnete, aber wesentlich zugehörige Glieder gewisser Gebirgsformationen zu betrachten sind.

Anmerkung. Dass viele Mineralgänge und nicht wenige Erzgänge mit gewissen sedimentären Gebirgsformationen in einem sehr nahen Causalzusammenhange stehen, diess ist durchaus nicht zu bezweifeln. So wie nämlich die Gänge einer eruptiven Gesteinsformation in der Regel gar nichts Anderes sind, als die in unergründliche Tiefe hinabreichenden Wurzeln der, in der Form von Decken, Kuppen u. s. w. auftretenden grösseren Ablagerungen desselben Gesteins, so sind wohl auch manche Mineralgänge und Erzgänge nichts Anderes, als das in den Ausführungscanälen abgesetzte Material gewisser sedimentärer Schichten. Auf diese Weise mögen viele Quarzgänge mit gewissen krystallinischen Sandsteinbildungen, viele Rotheisenerzgänge mit gewissen eisenschüssigen Sandstein- und Conglomerat-Bildungen, und wohl auch manche Kalkspathgänge mit Kalksteinbildungen in einer sehr nahen genetischen Beziehung stehen*). Da aber diese Beziehung bis jetzt nur in sehr wenigen Fällen nachgewiesen worden ist, und da sich die erwähnten Gangbildungen wenigstens von denen sie zunächst einschliessenden Formationen völlig unabhängig zeigen, so ist die Verweisung derselben in ein besonderes Hauptstück der Formationslehre hinreichend gerechtfertigt. In gegenwärtigem Lehrbuche werden wir jedoch wohl nur das erste dieser Hauptstücke behandeln können.

Gebirgsformationslehre.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Verhältnisse der Gebirgsformationen.

A. Verhältnisse der Formationen überhaupt.

§. 251. *Begriff der Gebirgsformation.*

Eine Gebirgsformation oder Formation schlechthin ist ein Inbegriff sehr ausgedehnter oder auch sehr zahlreicher vorherrschender Gebirgsglieder, welche

*) Wir erinnern an die Gänge von Kieselschiefer, welche Freiesleben im Fichtelgebirge zwischen Steben und Lichtenberg, und Keilhau in der Gegend von Brevig, an den Sandsteingang, welchen der letztere Beobachter auf der Insel Vardöe, an die Kalkspathgänge, welche Pusch in der Gegend von Kielce, an den Kalksteingang, welchen Schmidt bei Sechshelden in Nassau, an die Gypsgänge, welche Virlet und Boblaye im Thale der Kelephina in Lakonien beobachtet haben.

ein selbständiges Ganzes bilden, und sich durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, durch ihre Structur und Lagerungsfolge als gleichzeitige Producte gleichartiger Bildungsprocesse zu erkennen geben.

Dieser Begriff ist von solcher Wichtigkeit, dass sein Inhalt einer etwas ausführlicheren Erörterung bedarf.

Da es nur grössere, weit ausgedehnte, oder doch an sehr vielen Puncten abgelagerte Gesteinsmassen sind, deren Complexe als Formationen gelten können, so haben wir es wesentlich mit vorherrschenden Gebirgsgliedern zu thun. Einige Formationen sind in der That über viele Hunderte, ja über Tausende von Quadratmeilen verbreitet, und ihre Ablagerungen können in sehr verschiedenen Ländern und Erdtheilen mit so grossartigen Horizontaldimensionen auftreten, während die Mächtigkeit derselben bald nach Hunderten, bald nach Tausenden von Fussen zu ermessen ist. Andere Formationen erscheinen in Ablagerungen von beschränkteren Dimensionen, welche aber in grosser Anzahl, theils sporadisch, theils zu Gruppen versammelt, in den verschiedensten Zonen angetroffen werden. Indessen schliessen sich an diese vorherrschenden Gebirgsglieder nicht selten auch untergeordnete Gebirgsglieder an, welche mit ihnen auf das Innigste verknüpft und zu einem und demselben grösseren Ganzen vereinigt sind.

Die Basaltgänge, welche z. B. in einer basaltischen Region aufsetzen, und überhaupt alle wirklichen, wenn auch ganz isolirt auftretenden Basaltgänge sind daher als Glieder der Basaltformation zu betrachten, obgleich sie ihren Dimensionen nach sehr häufig nur als untergeordnete Gebirgsglieder gelten können. Auf ähnliche Weise verhalten sich die Gänge und Gangstöcke aller pyrogenen oder eruptiven Gesteine. Eben so sind die Erzlager und die erzführenden Gesteinsschichten der sedimentären Formationen als Dependenzen, als untergeordnete, durch besondere Eigenschaften ausgezeichnete Glieder dieser Formationen zu betrachten.

Die zu einer und derselben Formation gehörigen Gebirgsglieder müssen sich aber durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, durch ihre Structur und Lagerungsfolge als gleichzeitige Producte gleichartiger Bildungsprocesse beurkunden.

Daher fordern wir, dass die Gesteine einer Formation, welchen Namen sie auch führen mögen, doch im Allgemeinen von solcher Beschaffenheit sind, dass auf eine unter ähnlichen Umständen und Bedingungen erfolgte ursprüngliche Bildung derselben geschlossen werden kann, wenn sie auch vielleicht theilweise durch spätere Einwirkungen eine mehr oder weniger auffallende Veränderung erlitten haben sollten.

Diese Gesteine werden ferner entweder fossilfreie oder fossilhaltige Gesteine sein (I, 390), weil in den meisten Fällen der völlige Mangel an organischen Ueberresten, als ein negativer Charakter, eben so wohl Werth hat, wie das Vorhandensein von solchen Ueberresten, als ein positiver paläontologischer Charakter. In diesem letzteren Falle müssen aber die vorhandenen Thier- oder Pflanzenreste entweder solche Uebereinstimmungen der Species, oder doch wenigstens solche Analogieen des Organisations-

typus erkennen lassen, dass dadurch eine Gleichzeitigkeit der betreffenden Fauna oder Flora erwiesen wird.

Bei der Beurtheilung der Structur handelt es sich ganz vorzüglich um den Unterschied der geschichteten und der massigen Gesteine (I, 460 und 869), welcher allerdings in sehr vielen Fällen mit dem Unterschiede der sedimentären und der eruptiven Bildung zusammenfällt, und uns daher gleichfalls auf die Qualität des Bildungsprocesses verweist.

Was endlich die Lagerungsfolge betrifft, so bezeichnet dieser Ausdruck eines der allerwichtigsten Merkmale unsers Formationsbegriffes. Man versteht nämlich ganz allgemein unter der Lagerungsfolge die gesetzmässige Aufeinanderfolge der verschiedenen Formationen und der sie bildenden Gebirgsglieder in verticaler Richtung, von unten nach oben. Indem dabei besonders die in grosser horizontaler Verbreitung auftretenden Gebirgsglieder berücksichtigt werden, schliesst man mit Recht, dass uns die Lagerungsfolge derselben in den meisten Fällen von älteren zu neueren, oder, wenn sie in umgekehrter Ordnung verfolgt wird, von neueren zu älteren Bildungen gelangen lässt; und insofern erlangt dieses Merkmal eine hohe Bedeutung für die Beurtheilung der Gleichzeitigkeit oder Ungleichzeitigkeit der Formationen.

Die Qualität des Bildungsprocesses und die Zeit, d. h. die Periode oder die Epoche desselben, das sind also die beiden Argumente, auf welchen die Bestimmung der einzelnen, und die Unterscheidung der verschiedenen Formationen beruht. Neben einer allgemeinen Gleichartigkeit der Gebirgsglieder wird auch eine ungefähre Gleichzeitigkeit derselben für die Anerkennung der Formations-Identität gefordert. Es ist demnach ein chronologisches, ein der Entwickelungsgeschichte der Erdkruste angehöriges Moment, welches bei der Formationsbestimmung eine ganz vorzüglich wichtige Rolle spielt, und es kann eine an Identität gränzende Gleichartigkeit der Gesteine und der Structur Statt finden, ohne dass wir deshalb berechtigt sind, die betreffenden Gebirgsglieder zu einer und derselben Formation zusammenzufassen. Der Synchronismus ihrer Bildung ist und bleibt in allen Fällen ein Hauptpunct, um welchen sich die ganze Frage nach der Zugehörigkeit zu einer und derselben Formation dreht.

Die verschiedenen Sandsteinbildungen lassen z. B. auf eine ähnliche Qualität ihres Bildungsprocesses schliessen; dasselbe gilt von den verschiedenen Kalksteinbildungen, Granitbildungen, Grünsteinbildungen u. s. w.; allein nur diejenigen Sandsteinbildungen können auf eine und dieselbe Sandsteinformation, nur diejenigen Granitbildungen auf eine und dieselbe Granitformation bezogen werden, von welchen sich beweisen lässt, dass sie in derselben Zeitperiode gebildet worden sind. Freilich können diese Zeitbestimmungen nur relative und ungefähre sein; es kann durch sie nur ganz allgemein die Frage: ob früher oder später, und, sofern es sich um die Dauer der Bildungsprocesse handelt, die Frage: ob länger oder kürzer, nicht aber die Frage über das absolute wann und wie lange zur Beantwortung gebracht werden.

Man bedient sich wohl auch, nach dem Vorgange Englischer Geologen, des Wortes System statt des Wortes Formation; weil uns aber jenes Wort auf

ein gesetzmässig gegliedertes und geordnetes Ganzes, oder auf einen nach bestimmten Regeln zusammengehaltenen Inbegriff von Einzeldingen verweist, während doch die verschiedenen, eine Formation constituirenden Ablagerungen gewöhnlich nur innerhalb einzelner Regionen eine bestimmte gesetzmässige Gliederung und systematische Anordnung erkennen lassen, welche in anderen Regionen auf ganz andere Weise hervortreten kann, so möchten wir dem alten Worte Formation den Vorzug geben. Viele Französische Geologen bedienen sich des Wortes *terrain*, weil das Wort *formation* doch ursprünglich den Act, und nicht das Product eines Bildungsprocesses bezeichne, obwohl dasselbe später, gerade so wie das teutsche Wort Bildung, in beiderlei Bedeutung gebraucht worden sei (*Beudant Voyage en Hongrie, III, p.* 8). Constant Prévost will das Wort *formation* auf die Qualität, das Wort *terrain* auf die Zeit des Bildungsactes beziehen, so dass ein und dasselbe *terrain* aus mehren Formationen bestehen kann; (*Bull. de la soc. géol. X, p.* 340 ff. und 2. *série, II, p.* 366). Auf einer eigenthümlichen Abstraction beruht die von *Deshayes* aufgestellte Definition, welcher zufolge eine Formation geradezu als ein durch gleichartig gebildete Gebirgsglieder repräsentirter Zeitabschnitt, oder gar als eine zoologische Periode bestimmt wird; (*un espace de temps, répresenté par un certain nombre des couches, déposées sous l'influence des mêmes phénomènes, Bull. de la soc. géol. II, p.* 89 und ebendaselbst *p.* 90: *une formation est une période zoologique*); so dass also die Zeitabschnitte mit Demjenigen identificirt werden, was sich in ihnen ereignet oder gebildet hat.

§. 252. *Eintheilung der Formationen in sedimentäre, eruptive, primitive und kryptogene.*

Da die Formationen wesentlich aus Gesteinen bestehen, so werden sie auch in der Hauptsache dieselben allgemeinen Verschiedenheiten der Bildungsweise erkennen lassen, wie diese letzteren.

Nun sind aber die nach ihrer Bildungsweise uns bekannten Gesteine entweder hydatogene Gebilde, d. h. krystallinische, klastische oder limmatische (I, 683) Sedimente, welche auf dem Boden des Meeres oder anderer Wasserbassins abgesetzt wurden; oder sie sind pyrogene Gebilde, welche, aus den unbekannten Tiefen des Erdinnern stammend, durch Eruption an die Oberfläche oder doch in die äussersten Regionen der Erdkruste gelangt sind. Nach dieser sehr verschiedenen und in mancher Hinsicht ganz entgegengesetzten Bildungsweise lassen sich die Formationen zuvörderst in zwei grosse Classen sondern, für welche sich die Benennungen sedimentäre und eruptive Formationen am meisten eignen dürften.

Das Prädicat eruptiv ist jedenfalls dem Prädicate pyrogen vorzuziehen, weil über die eruptive Bildung der betreffenden Gesteine durchaus gar kein Zweifel obwalten kann, während die pyrogene, d. h. die aus dem feurigflüssigen Zustande hervorgegangene Bildung für manche derselben noch nicht mit derjenigen Evidenz erwiesen ist, welche jeden Zweifel oder jedes Bedenken beseitigen könnte*). Weil die sedimentären Bildungen im Reiche der Gewässer entstanden,

*) Man vergleiche z. B. die oben Bd. I, S. 704 mitgetheilten Bemerkungen über die Genesis des Granites. Auch Cotta hob es hervor, wie die eruptive Natur vieler Gesteine *unläugbar* ist, während die pyrogene Bildung derselben zweifelhaft erscheinen kann;

die eruptiven Bildungen aber aus der Unterwelt zu Tage gefördert worden sind, so pflegt man wohl auch jene neptunische, diese plutonische Bildungen zu nennen. Um den entschiedenen Gegensatz ihrer Bildungsweise hervorzuheben, hat Humboldt vorgeschlagen, die eruptiven Gesteine endogene, die sedimentären Gesteine exogene zu nennen (Kosmos, I, S. 457).

Studer hat in seinem trefflichen Lehrbuche der physikalischen Geographie (I, 1844, S. 130) den Begriff des Sedimentes und der sedimentären Bildung, dem herkömmlichen Sprachgebrauche entgegen, in einem sehr erweiterten Sinne einzuführen versucht, indem er darunter jede feste Masse versteht, deren Bildung oder Ablagerung eine Wirkung der Schwerkraft ist, so dass er nicht nur die gewöhnlich so genannten Bildungen, sondern auch Schneefelder und Gletscher, Lavaströme und alle eruptive Gesteinsablagerungen als Sedimente betrachtet. Es erinnert dies an eine früher von C. Prévost vorgeschlagene ähnliche Zusammenfassung alles Dessen, was nicht zum *sol primitif* gehört, unter dem Namen *sol de remblai*, wobei wenigstens dem Sprachgebrauch keine Gewalt angethan wurde. *Bull. de la soc. géol. t. X, p.* 340 f.

Zu den sedimentären Formationen gehören also, mit wenigen Ausnahmen, alle diejenigen, deren Gesteine sich als Sandsteine, Kalksteine, Mergel, Thone, Schieferthone, Thonschiefer, Tuffe, Conglomerate u. dgl. bestimmen; sie sind in der Regel geschichtete und fossilhaltige Formationen; ja, sie begreifen mitunter Schichten, welche durchaus von zoogenen oder phytogenen Gesteinen (I, 390) gebildet werden. Zu den eruptiven Formationen gehören alle diejenigen krystallinischen Silicatgesteine, welche gewöhnlich in ungeschichteten oder massigen, und nur bisweilen in geschichteten Ablagerungen auftreten; sie sind als völlig fossilfreie Bildungen charakterisirt, indem nur hier und da ganz zufällig ein organischer Körper von ihren Massen ergriffen und umschlossen werden konnte.

Als eine ganz besondere Art von sedimentärer Formation sind auch die aus der Atmosphäre zum Niederschlage gelangten perennirenden Schnee- und Eismassen zu betrachten, welche die Ablagerungen des sogenannten ewigen Schnees, und, in Folge eines durch Wasser und Temperaturwechsel bedingten inneren Umbildungsprocesses, (also einer eigenthümlichen Art von Metamorphismus) den Firn und die Gletscher bilden. Sie stellen gewissermaassen Sedimente des Luftoceans dar, so wie die gewöhnlichen sedimentären Formationen Bodensätze des Wasseroceans sind. Dagegen können die ebenfalls aus der Luft niedergefallenen Massen von vulcanischer Asche, vulcanischem Sande, Lapilli und Schlacken nicht füglich ohne Weiteres als sedimentäre Bildungen betrachtet und bezeichnet werden; sie erscheinen als eine eigenthümliche Art von eruptiven Bildungen, welche allgemein vulcanische Dejectionsgebilde (I, 656) genannt, und nur in denjenigen Fällen den sedimentären Gesteinen zugerechnet werden können, wenn sie im Wasser niedergefallen, und von demselben bearbeitet, gesichtet und in Schichten ausgebreitet worden sind (I, 654).

Mit den beiden Classen der sedimentären und eruptiven Formationen ist jedoch die Manchfaltigkeit der in der Natur vorliegenden Bildungen noch keinesweges erschöpft; vielmehr sehen wir uns genöthigt, noch eine dritte Classe

---

G. Bischof sieht in diesem Zugeständnisse ein Mittel zur Verständigung zwischen den Geognosten und Chemikern geboten. Lehrb. der chem. Geol. II, S. 1088.

einzuführen, ohne welche wir im buchstäblichen Sinne des Wortes den Grund und Boden für jene beiden anderen Classen verlieren würden.

Es fordern nämlich schon die ältesten sedimentären Formationen ein Material, aus welchem sie sich bilden, und eine Unterlage, auf welcher sie sich ablagern konnten. Die ganze Reihe der sedimentären Formationen muss doch zuletzt von irgend Etwas getragen, und wenigstens den ersten Gliedern dieser Reihe musste ihr Material von irgend Etwas geliefert werden, was nicht als das Resultat einer sedimentären Naturoperation vorausgesetzt werden kann.

Eben so fordern schon die ältesten eruptiven Bildungen eine Decke, durch welche sie zur Eruption gelangen, und eine Unterlage, auf welcher sie sich ausbreiten konnten; und die ganze Reihe der eruptiven Bildungen muss, gerade so wie jene der sedimentären Bildungen, zuletzt von irgend Etwas getragen werden, was nicht als das Resultat einer eruptiven Naturoperation zu betrachten ist.

So finden wir uns denn also von zweien Seiten her genöthigt, eine ursprünglich vorhandene feste Kruste des Planeten vorauszusetzen, welche den Spielraum und das Fundament für alle späteren Bildungen abgab: eine primitive Kruste, über und unter welcher sich erst jene beiden Thätigkeiten der Natur entfalten konnten, durch welche einerseits die sedimentären, und anderseits die eruptiven Formationen zum Dasein gelangt sind. Diejenige Formation aber, aus welcher dieses uranfängliche Fundament besteht, wird sich füglich unter den Namen der primitiven oder themelischen Formation, der Ur- oder Grundformation aufführen lassen.

Zu dieser Formation gehören wohl jene räthselhaften tiefsten Gebirgsglieder, welche sich durch ihre mehr oder weniger vollkommene Schichtung den sedimentären Bildungen, durch ihren mineralischen Bestand und ihre krystallinische Structur den eruptiven Bildungen anschliessen; allein es fehlen ihnen die klastischen Gesteine und die organischen Ueberreste, wodurch die sedimentären, es fehlen ihnen die gangartigen, kuppigen und stromartigen Gebirgsglieder, so wie die abnormen Verbandverhältnisse, wodurch die eruptiven Bildungen so ausgezeichnet sind. Es sind, mit einem Worte, viele von denjenigen Gesteinen, welche oben (I, 708 ff.) als kryptogene Gesteine aufgeführt wurden, also Glimmerschiefer, Gneiss, Hornblendschiefer u. s. w., denen wir in der primitiven oder themelischen Formation begegnen; Gesteine, welchen wir eine ursprüngliche Bildung in allen Fällen abzusprechen deshalb durchaus nicht berechtigt sind, weil in manchen Fällen ähnliche Gesteine auch durch Metamorphismus sedimentärer Schichten, oder auf dem Wege der Eruption gebildet worden sein können. Wer uns deshalb, weil einige Ablagerungen von Glimmerschiefer oder Gneiss für metamorphische Thonschiefer oder Grauwackenschiefer erkannt worden sind, allen Glimmerschiefer und allen Gneiss zu blosen Umbildungen sedimentärer Gesteine, zu blosen metamorphosirten Schlammschichten machen will, der zieht uns geradezu den Boden unter den Füssen weg, und verweist uns auf

eine transscendente Reihe von sedimentären Bildungen, welche nach unten gar kein Ende nimmt, oder vielmehr gar keinen nachweislichen Anfang hat, weil zuletzt die wirkliche sedimentäre Entstehung weder erkannt noch bewiesen, sondern lediglich als eine hypothetische Voraussetzung behauptet werden kann.

Die primitive Formation scheint eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit zu besitzen und sehr weit in die Tiefen der Erde hinabzureichen; dabei zeigt sie merkwürdiger Weise in allen Regionen, wo sie unbedeckt zu Tage austritt, eine solche allgemeine Uebereinstimmung ihrer Gesteine, ihrer Structur und Lagerungsform, dass man schon hieraus auf die Anerkennung eines grossartigen, über die ganze Erdoberfläche in gleicher Weise Statt gefundenen Bildungsprocesses geführt wird, welchem sie ihr Dasein verdanken muss. Und wenn sie auch über unermessliche Landstriche durch neuere Formationen so völlig verdeckt sein kann, dass sie dort nirgends sichtbar hervortritt, so dürfen wir doch mit vollem Rechte eine ununterbrochene Ausdehnung derselben unter allen uns bekannten sedimentären und eruptiven Formationen voraussetzen.

Die Nothwendigkeit einer primitiven Formation ist übrigens so einleuchtend, dass man kaum begreift, wie sie jemals bezweifelt werden konnte. Sie erscheint in der That als ein unerlässliches Postulat, ohne welches die Möglichkeit sowohl der sedimentären als auch der eruptiven Bildungen gar nicht zu begreifen ist. — Man hat sie auch unter den Namen der prozoischen, azoischen oder hypozoischen*) Formation aufgeführt, weil sie lange vor dem Beginne der ersten Thier- und Pflanzenwelt vorhanden war, daher keine Spuren von organischen Ueberresten enthält, und unter allen fossilhaltigen Formationen gelagert ist. Allein azoisch sind auch alle eruptive Formationen, prozoisch ist auch die älteste Sedimentformation, und hypozoisch dürfte denn doch ein, dem damit gemeinten Begriffe zu wenig entsprechendes Wort sein.

Man könnte sich die primitive Formation vielleicht als den obersten Theil der ursprünglichen Erstarrungskruste unseres Planeten vorstellen, und es hat wohl auch diese Vorstellung hier und dort Eingang gefunden. Wir lassen jedoch ihre Bildungsweise dahingestellt, und begnügen uns einstweilen mit dem negativen Resultate, dass sie, nach dem dermaligen Stande unserer Kenntnisse, weder eine sedimentäre Formation in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes, noch eine eigentliche eruptive Formation sein kann. Eine höchst merkwürdige Thatsache ist es jedenfalls, dass einige, verhältnissmässig weit jüngere Formationen in ihren Gesteinen, in ihrer Structur und Architektur eine auffallende Aehnlichkeit mit der primitiven Formation zeigen; (z. B. die Münchberger Gneissbildung in Oberfranken, die Protoginformation in den Alpen). Diese Thatsache, so wie der Umstand, dass es fast lauter kryptogene, oder geschichtete krystallinische Silicatgesteine sind, welche einestheils ganz entschieden als primitive, anderntheils als neuere Bildungen

*) Den Ausdruck prozoisch gebrauchte wohl zuerst Huot in seinem *Tableau géologique des roches etc.* 1827; azoisch ist, so viel mir bekannt, zuerst von Murchison, und hypozoisch von Phillips vorgeschlagen worden.

auftreten, macht es rathsam, beide unter dem gemeinschaftlichen Namen der kryptogenen Formationen oder auch der geschichteten Silicatformationen zusammenzufassen.

Viele, ja vielleicht die meisten jetzigen Geologen sind der Meinung, dass die Schichten der primitiven Formation sehr alte metamorphische Sedimentschichten seien. Bis für diese Meinung überzeugende Beweise beigebracht sein werden, möchte sie doch nur als der Ausdruck des Strebens zu billigen sein, auch die noch unbegreiflichen Erscheinungen wenigstens hypothetisch mit begreiflichen Erscheinungen in Verbindung zu bringen. »Worauf ruhte das älteste Sedimentgebilde«, sagt Humboldt, »wenn Gneiss und Glimmerschiefer nur als umgewandelte Sedimentschichten betrachtet werden müssen?« (Kosmos, I, S. 299).

Die wirklichen metamorphischen Bildungen aber können, als blose locale Modificationen derjenigen sedimentären oder eruptiven Formationen, mit welchen sie in unmittelbarem Zusammenhange stehen, von denselben nicht füglich getrennt werden.

Da die sedimentären und die primitiven Formationen fast nur aus geschichteten, die eruptiven Formationen dagegen grösstentheils aus ungeschichteten Gesteinen bestehen, so hat man sie auch als geschichtete und ungeschichtete Formationen unterschieden. Lyell, welcher die Gesteine der primitiven Formation als metamorphische betrachtet, nannte sie, zum Unterschiede von anderen derartigen Gebilden, hypogen-metamorphische Gesteine, weil ihre Metamorphose in den Tiefen der Erde von unten nach oben Statt gefunden habe. Beudant und Andere haben die eruptiven Formationen auch unter dem Namen der independenten Formationen (*terrains indépendans*) eingeführt, weil sie allerdings in ihrer Lagerung eine völlige Unabhängigkeit von den übrigen Formationen beurkunden. Cäsar v. Leonhard führt die sedimentären Formationen als normale Bildungen auf, und vereinigt die eruptiven und primitiven Formationen unter dem Namen der abnormen Bildungen, während früher Marcel-de Serres dieselben Prädicate im entgegengesetzten Sinne benutzte, indem er die sedimentären Formationen *terrains anormaux*, die primitiven Formationen *terrains normaux* nannte. (*Géognosie des terrains tertiaires, Montpellier et Paris*, 1829, *p.* 1 ff.).

§. 253. *Weitere Unterscheidung der Formationen nach ihrer besonderen Bildungsweise.*

Die primitive Formation lässt zwar sehr verschiedene Gesteine unterscheiden, allein die Bildungsweise aller dieser Gesteine muss eine ähnliche gewesen, d. h. sie muss in demselben Medio, unter ähnlichen Umständen, durch gleichartige Processe bewirkt worden sein, weshalb denn auch in dieser Hinsicht keine weiteren Unterschiede geltend zu machen sein dürften.

Dasselbe lässt sich wohl auch von gewissen neueren Bildungen behaupten, welche gleichsam wie Repetitionen jener ältesten Formation erscheinen, und den Beweis liefern, dass auch noch in späteren Perioden hier und da ähnliche Bildungsprocesse gewaltet haben müssen, wie diejenigen, unter deren Einflusse die Grundformation entstanden ist.

Im Gebiete der sedimentären Formationen dagegen begegnen wir einem auffallenden Unterschiede nach Maassgabe der verschiedenen Beschaffenheit desjenigen Gewässers, auf dessen Grunde ihre Bildung Statt gefunden hat. Sie zerfallen hiernach zuvörderst in marine und limnische Formationen, je nachdem sie im Meere, oder in Süsswasserseen abgesetzt wurden. Die Unterscheidung dieser beiderlei Bildungen beruht wesentlich auf dem zoologischen und botanischen Charakter der von ihnen eingeschlossenen organischen Ueberreste, ob solche nämlich auf Thiere und Pflanzen zu beziehen sind, wie sie im Meere, oder wie sie in Landseen gelebt haben.

An die limnischen Bildungen schliessen sich die fluviatilen Bildungen an, welche wiederum mit den marinen Formationen durch die fluvio-marinen oder Aestuarien-Bildungen in Verbindung stehen, dergleichen an den Meeresküsten unter dem Einflusse von Landgewässern, oder in Aestuarien, d. h. in weit geöffneten, seichten, und mit mehren Zuflüssen versehenen Meerbusen abgesetzt worden sind. Die marinen Bildungen aber werden als pelagische, und als litorale oder paralische unterschieden, je nachdem sie im freien und tiefen Meere, oder in der Nähe der Küsten auf seichtem Meeresgrunde zur Entwickelung gelangten; ein Unterschied, auf welchen theils aus dem Charakter ihrer organischen Ueberreste, theils aus gewissen petrographischen Verhältnissen geschlossen werden kann *).

Die eruptiven Formationen endlich unterscheidet man zuvörderst als plutonische und als vulcanische Bildungen, je nachdem ihr Material lediglich durch Spalten und andere Eruptions-Öffnungen aus dem Erdinnern hervorgepresst wurde, ohne dass dabei wirkliche Vulcane oder eigentliche vulcanische Eruptionsphänomene mit im Spiele waren, oder je nachdem diess letztere mehr oder weniger der Fall war. Ausserdem aber erscheinen diese eruptiven Bildungen theils als krystallinische oder hyaline, theils als klastische Bildungen, indem die ersteren aus stetig ausgedehnten, krystallinischen oder hyalinen (z. Th. auch an der Oberfläche schlackigen) Gesteinsablagerungen, die letzteren dagegen aus Breccien, Conglomeraten und Tuffen, oder auch aus losen Anhäufungen von Schlacken, Lapilli und Sand bestehen. Bei der Ablagerung mancher dieser klastischen eruptiven Gebilde fand ganz entschieden eine Mitwirkung des Wassers Statt, indem zwar ihr vorherrschendes Material eruptiver Natur ist, während doch Gesteinsbeschaffenheit, Schichtung und wohl auch organische Ueberreste dafür zeugen, dass der Absatz dieses Materials unter Wasser erfolgte, welches dasselbe bearbeitete, in Schichten ausbreitete und mehr oder weniger veränderte. Dergleichen Ablagerungen lassen sich vielleicht als amphotere Bildungen bezeichnen, weil ihr Material, bei sedimentärer Lagerungsform, dennoch eruptiver Entstehung und Herkunft ist **).

*) Vergl. Constant Prévost, im *Bull. de la soc. géol. t. IX*, 1838, p. 90 ff. und Alcide d'Orbigny, *Cours élémentaire de Paléontologie*, 1850, p. 70 ff.

**) Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. von Naumann und Cotta, Heft II, S. 426.

Es sind diess diejenigen Bildungen, welche C. Prévost als *formations pluto-neptuniennes* von den übrigen plutonischen Bildungen getrennt hat (*Bull. de la soc. géol. X, p.* 340 ff.) Zu ihnen gehören die meisten Trachyttuffe, Basalttuffe, Grünsteintuffe, Thonsteine oder Felsittuffe u. s. w., auch die Schlammlaven, und alle im schlammartigen Zustande aus dem Erdinnern hervorgetriebenen Massen, sofern ihr Material von pyrogenen Gesteinen abstammt.

Anm. Ausser den sedimentären oder neptunischen, und den eruptiven oder plutonischen Formationen glaubte *Dumont* noch eine dritte Abtheilung als *terrains geysériens* einführen zu müssen. Er begreift unter diesem Namen diejenigen, meist sehr untergeordneten Gebirgsglieder, welche durch gasige und wässerige Emanationen, besonders durch Mineralquellen und Thermen gebildet wurden, und noch heutzutage, z. B. durch den Geysir in Island, gebildet werden. Zu ihnen gehören also alle Ablagerungen von Kalksinter, Aragonitsinter, Kieselsinter und die meisten Erzgänge, sowie sehr viele einfache Mineralgänge. Alle diese Gebilde stellen eine unabhängige Reihe dar, deren Glieder von den plutonischen Bildungen eben so verschieden sind, wie von den neptunischen. Allerdings seien sie, eben so wie die plutonischen Gebilde, im Innern der Erde erzeugt worden; sie seien fossilfrei und ungeschichtet, sie bilden Gänge und Gangstöcke, wie diese; allein ihr Material sei nicht im feuerflüssigen Zustande abgesetzt worden; auch unterscheiden sie sich durch ihren Reichthum an steinartigen und metallischen Mineralien, durch ihre eigenthümlichen Structur-Verhältnisse u. s. w. *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, t.* 19, 2. *partie*, 1852, *p.* 18 ff. und *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 11, 1854, *p.* 714 f. Indessen giebt *Dumont* selbst zu, dass sie in gewisser Hinsicht auch zu den plutonischen Bildungen gerechnet werden können, während es vielleicht noch richtiger sein dürfte, sie als Quellenbildungen in das Gebiet der sedimentären Formationen zu verweisen, deren Begriff demgemäss auf angemessene Weise zu erweitern sein dürfte.

§. 254. *Formationsglieder, Formationsgruppen, untergeordnete Gebirgsglieder.*

Viele Formationen, besonders aber die Sedimentärformationen, die primitive Formation und die ihr analog gebildeten neueren kryptogenen Formationen lassen eine Zusammensetzung aus verschiedenen, mehr oder weniger regelmässig über einander folgenden Etagen erkennen, welche man Formationsglieder zu nennen pflegt. Dergleichen Formationsglieder unterscheiden sich zwar von einander durch gewisse petrographische und (dafern die Formation überhaupt fossilhaltig ist) durch gewisse paläontologische Eigenthümlichkeiten, sowie durch ihre Lagerungsfolge oder bathrologische Stellung; sie pflegen aber doch an ihren Gränzen durch Wechsellagerung (I, 869 u. 895) oder Gesteinsübergänge so innig verknüpft zu sein, und erweisen sich auch ausserdem durch ihr Zusammenvorkommen innerhalb derselben Verbreitungsgebiete, durch ihre Aufeinanderfolge in concordanter Lagerung (I, 890) sowie durch die allgemeine Analogie und theilweise Identität ihrer organischen Ueberreste und Gesteine so entschieden als successive Producte eines, innerhalb derselben Periode eingeleiteten und stetig durchgeführten Bildungsprocesses, dass sie eben deshalb zu einer und derselben Formation vereinigt werden müssen.

Auch bei manchen eruptiven Formationen begegnen wir ähnlichen Ver-

hältnissen, welche gleichfalls eine Unterscheidung verschiedener Formationsglieder zulassen, obgleich ihnen die auf die organischen Ueberreste gegründeten Merkmale abgehen. Wo aber mächtige Etagen krystallinischer Gesteine mit anderen Etagen klastischer Gesteine, z. B. mit Conglomeraten und Tuffen verbunden sind, oder wo verschiedene, durch einen constanten Gesteinshabitus ausgezeichnete Ablagerungen derselben eruptiven Gesteinsart über und durch einander liegen, da lassen sich diese verschiedenen Ablagerungen als eben so viele Formationsglieder einer und derselben eruptiven Formation betrachten.

Auf der andern Seite giebt es auch gewisse, unmittelbar auf einander folgende Formationen, welche sich theils durch concordante Lagerung und öftere Coincidenz ihrer Verbreitungsgebiete, theils durch gewisse allgemeine petrographische und paläontologische Analogieen an einander anschliessen, während sie sich durch dieselben Verhältnisse sowohl von allen früheren, als auch von allen späteren Formationen unterscheiden. Dergleichen Inbegriffe von Formationen hat man Formationsgruppen genannt; sie sind bis jetzt fast nur im Gebiete der sedimentären Formationen hervorgehoben worden.

Die untergeordneten Gebirgsglieder der sedimentären und kryptogenen (überhaupt der geschichteten) Formationen erscheinen stets in der Form von Schichten, Lagern und Lagerstöcken (I, 879), die untergeordneten Glieder der eruptiven Formationen dagegen gewöhnlich in der Form von Gängen, Gangstöcken, kleinen Kuppen und Strömen. Dabei dürfen jedoch nur die eigenthümlichen und wesentlichen, d. h. die mit den Hauptgliedern jeder Formation gleichzeitig, also in derselben Periode oder zu derselben Epoche gebildeten und in nothwendigem Zusammenhange stehenden untergeordneten Gebirgsglieder berücksichtigt werden, weil die ausserdem im Gebiete der Hauptglieder etwa noch auftretenden Gebirgsglieder als fremdartige, später gebildete und ganz unwesentliche Accessoria zu betrachten sind.

Kalksteinlager oder Erzlager, welche im Gneisse, Glimmerschiefer, Thonschiefer oder Grauwackenschiefer liegen, sind wesentliche und eigenthümliche, dagegen Porphyrgänge, Grünsteingänge, Basaltgänge und Erzgänge, welche im Gebiete derselben Gesteine auftreten, unwesentliche und fremdartige, auf ganz andere Formationen bezügliche untergeordnete Gebirgsglieder, deren Untersuchung gar nicht mit zu der Betrachtung derjenigen Formationen gehört, in welchen sie aufsetzen.

§. 255. *Allgemeine Kriterien für die Aufeinanderfolge der Formationen.*

Die Verschiedenheit der Formationen wird nicht blos durch die Qualität ihres Bildungsprocesses, sondern auch ganz vorzüglich durch ihre Lagerung ausgedrückt. Die Lagerungsfolge liefert uns in der That die sichersten Kriterien für die Beurtheilung der successiven Aufeinanderfolge der Formationen, und indem wir solche in der Verticale aufwärts, also von unten nach oben, auszumitteln versuchen, gewinnen wir, zugleich mit der natürlichen Reihenfolge der Formationen, die eigentliche Grundlage für die Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste. Denn die räumlichen Beziehungen der Forma-

nen, welche sich uns in ihren Lagerungsverhältnissen kund geben, stehen in einem nothwendigen Zusammenhange mit ihren zeitlichen Beziehungen, und lassen uns daher, wenn auch nicht das absolute, so doch mit der grössten Evidenz das relative Alter derselben erkennen. Jede Formation repräsentirt eine bestimmte Periode oder Epoche in der Entwicklungsgeschichte der Erdkruste, und die bathrologische Stellung (I, 875) derselben entspricht ihrer chronologischen Stellung.

Hieraus ergiebt sich die ausserordentliche Wichtigkeit der Lagerungsverhältnisse für die Geognosie*); es ergiebt sich aber auch die Nothwendigkeit einer sorgfältigen Feststellung und gewissenhaften Anwendung derjenigen Kriterien, auf welchen die Ermittelung der Lagerungs- und Successions-Verhältnisse der Formationen beruht. Diese Kriterien sind, mit Ausschluss der nachher noch besonders zu besprechenden paläontologischen Merkmale, wesentlich folgende:

1) Jedes sedimentäre oder eruptive Gebirgsglied, welches in grosser horizontaler Verbreitung anderen Gebirgsgliedern aufgelagert erscheint, ist nothwendig jünger als seine Unterlage.

Bei grosser horizontaler Verbreitung unterliegt es nämlich keinem Zweifel, dass wir es mit gesetzmässiger, und nicht mit anomaler Lagerung zu thun haben (I, 875); die Massen des aufliegenden Gebirgsgliedes müssen sich also auf der Oberfläche der unterliegenden Gebirgsglieder abgesetzt haben, welche letztere bereits vorhanden waren, um das Fundament des ersteren liefern zu können. Dieses Kriterium gilt bei concordanter wie bei discordanter Lagerung; es gilt auch gewöhnlich bei stark aufgerichteter, wie bei schwach geneigter oder horizontaler Schichtenlage, sobald nämlich die Aufrichtung der Schichten nicht bis in verticale oder überkippte Stellung übergegangen ist. Denn wo derartige Schichtenstellungen, wo grossartige Ueberschiebungen (I, 931) und ähnliche Störungen des Gebirgsbaues vorliegen, da wird dieses Princip allein nicht mehr zur Erkennung der gesetzmässigen Lagerungsfolge gelangen lassen.

2) Wenn zwei geschichtete Gebirgsglieder in discordanter Lagerung auf einander folgen, so war ihre Bildung in der Regel durch einen grossen Zeitraum getrennt, in welchem zugleich das untere oder ältere Gebirgsglied eine gewaltsame Störung seiner ursprünglichen Lagerung erlitten hat.

Diess folgt unmittelbar aus dem Begriffe der discordanten Lagerung, wie solcher Bd. I, S. 890 erläutert worden ist. Nur dann, wenn die discordante Lagerung selbst erst durch spätere gewaltsame Dislocationen hervorgebracht worden ist, verliert dieses Princip seine Giltigkeit.

3) Jedes Gebirgsglied von durchgreifender Lagerung ist nothwendig jünger, als diejenigen Gebirgsglieder, durch welche es hindurchgreift.

Gegen die Richtigkeit dieses Principes ist wohl nichts einzuwenden, sobald man den Begriff der durchgreifenden Lagerung in seiner wahren und eigentlichen Bedeutung festhält, welcher zufolge das durchgreifende Gebirgsglied

*) *Les rapports de gisement forment la partie essentielle de la science géologique, appelée géognosie*, sagte Boué im *Guide du Géologue voyageur*, 1836, II, p. 537.

in seiner Lagerung von denen dasselbe einschliessenden präexistirenden Massen bestimmt worden ist; (I, 874 und 876).

Es kommen nämlich Fälle vor, welche den *Schein* einer durchgreifenden Lagerung an sich tragen, ohne doch wirklich in die Kategorie dieser Lagerung zu gehören. Wenn sich z. B. auf dem, mit steil aufragenden Felsen versehenen Meeresgrunde horizontale Schichten absetzten, so können diese Felsen zuletzt gänzlich in solchen Schichten begraben werden; gelangte nun später dieser Meeresgrund zur Emersion und wurde das so gebildete Land von Gewässern durchschnitten, so werden die Querschnitte dieser Felsen wie Massen von durchgreifender Lagerung erscheinen. Es ist aber einleuchtend, dass in dieser Erscheinung, wie trügerisch sie auch sein mag, die Bedingungen der durchgreifenden Lagerung durchaus nicht erfüllt sind; denn die Felsen existirten schon *vor* den sie einschliessenden Schichten, und ihr Gestein ragte schon lange in denselben schroffen Formen auf, welche von diesen Schichten umlagert wurden.

Auch die nicht so gar selten vorkommenden Fälle, dass präexistirende *tiefere* Gesteinsmassen bei gewaltsamen Bewegungen der Erdkruste durch die *über* ihnen liegenden Schichten hindurchgestossen worden sind, müssen von der eigentlichen durchgreifenden Lagerung unterschieden werden, obgleich dabei formale Verhältnisse zur Ausbildung kommen konnten, welche denen der durchgreifenden Lagerung ganz ähnlich erscheinen. Besonders auffallend werden dergleichen Erscheinungen, wenn hoch und schroff aufragende Theile eines älteren *geschichteten* Gebirgsgliedes durch neuere Bedeckungen hervorgetrieben worden sind; wie diess z. B. nach Boué und Beyrich mit dem von Pusch sogenannten (jurassischen) Klippenkalke bei Neumark in den Karpathen (südlich von Krakau der Fall ist, welcher daselbst durch den überliegenden (tertiären) Karpathensandstein hindurchgestossen worden ist*); eben so berichtet Escher von der Linth, dass am Nordabfalle der Voirons mitten aus dem Flysche ein senkrecht stehendes Riff von Jurakalkstein auftaucht, welches durch gewaltsame Bewegungen zwischen dem Flysch herausgedrängt und eingeklemmt wurde**).

4) Jedes Gebirgsglied von *untergreifender* Lagerung ist *jünger*, als sein unmittelbares Hangendes.

Die *untergreifende* Lagerung unterscheidet sich ja gerade dadurch von der blosen *Unterlagerung*, dass bei dieser letzteren das Unterliegende älter ist, als das Aufliegende, während bei der ersteren das Gegentheil Statt findet (I, 877). Wo also alle Verhältnisse darauf hinweisen, dass eine tiefer liegende Masse mit der aufliegenden durch untergreifende Lagerung verbunden ist, da wird auch nothwendig die Posteriorität jener, und die Priorität dieser anerkannt werden müssen.

5) Jedes Gebirgsglied, welches mit *Apophysen* (I, 870) in das angränzende Nebengestein hinausgreift, ist in der Regel *später* gebildet worden als dieses Nebengestein.

Von dieser Regel kommen nur selten Ausnahmen vor, wie z. B. wenn das noch plastische und nachgiebige Material einer Schicht durch den Druck der aufliegenden Massen hier und da in die Risse und Spalten dieser letzteren hineingepresst worden ist; eine Erscheinung, welche bisweilen bei Steinkohlenflötzen beobachtet wird, von welchen Schmitzen und Adern auch in den hangenden Sandstein oder Schieferthon

*) *Karstens* und v. *Dechens* Archiv, Bd. 18, 1844, S. 67.

**) Neues Jahrbuch der Min. 1846, S. 428.

auslaufen. Mit Ausnahme dieser und ähnlicher Fälle dürfte die Regel als allgemein giltig zu betrachten sein; wie sie denn auch sogar in dem angedeuteten Falle wenigstens insofern noch Giltigkeit hat, wiefern die so gebildeten Schmitzen und Adern selbst späterer Entstehung sind, als das hangende Gestein, obwohl die Schicht, von welcher sie auslaufen, früher abgesetzt wurde.

6) Jedes Gebirgsglied, welches wirkliche Fragmente oder Gerölle eines anderen Gebirgsgliedes umschliesst, ist nothwendig jünger, als dieses letztere.

Dieses Princip ist an und für sich so einleuchtend, dass es gar keiner weiteren Erläuterung bedarf. Dass ein Conglomerat oder eine Breccie, dass überhaupt ein jedes klastische Gestein jünger sein muss als diejenigen Gesteine, welche das fragmentare Material zu seiner Bildung geliefert haben, diess ist wohl nur von denen bezweifelt worden, welche die Fragmente und Gerölle gar nicht für wirkliche Bruchstücke und Rollstücke, sondern für gleichzeitige Concretionen erklären. Diese von Gerhard und Mohs ziemlich allgemein, von Heim, Jameson, v. Hoff, Rengger, Omalius d'Halloy und Anderen wenigstens für einzelne Fälle als zulässig erkannte Ansicht dürfte jedoch in der That nur für sehr wenige conglomeratähnliche Bildungen anzunehmen, dagegen für die meisten Conglomerate und Breccien entschieden zurückzuweisen sein *). Nur bei denjenigen Bd. I, S. 655 erwähnten eruptiven Reibungsbreccien, in welchen die Fragmente aus demselben Material bestehen wie das Cäment, ist fast eine gleichzeitige Bildung der Bruchstücke mit dem aus ihnen zusammengesetzten Gesteine anzunehmen, obwohl auch hier die Erstarrung der ersteren der Bildung des ganzen Gesteins um etwas vorausgegangen sein muss.

7) Jedes Gebirgsglied, welches entschiedene Störungen in der Structur oder in den Lagerungsverhältnissen angränzender Gebirgsglieder hervorgebracht hat, ist entweder später gebildet, oder doch wenigstens später an die gegenwärtige Stelle seines Ablagerungsraumes versetzt worden, als diese angränzenden Gebirgsglieder.

In jedem Falle, wo dergleichen Störungen vorliegen, ist es daher von der grössten Wichtigkeit, sich Gewissheit darüber zu verschaffen, ob diese Störungen von der Art sind, dass ihre Ursache in Einwirkungen gesucht werden muss, welche mit dem ursprünglichen Bildungsprocesse des störenden Gesteins verbunden waren, oder ob sie durch blose Translocationen seiner bereits fertigen und vielleicht schon vor langer Zeit gebildeten Massen erklärt werden können.

8) Jedes Gebirgsglied, von dessen Massen eine metamorphische Einwirkung auf die Gesteine der angränzenden Gebirgsglieder ausgeübt worden ist, muss in der Regel jünger sein, als diese letzteren.

Wenn nämlich die metamorphische Wirkung von der Art ist, dass sie nur aus gewissen, bei der Bildung des metamorphosirenden Gesteins wirksam gewesenen Ursachen erklärt werden kann, dann wird dieses Kriterium unbedingt geltend zu machen sein; wie z. B. wenn wir Thonschiefer beobachten, welcher in der Umgebung des Granites in Fleckschiefer oder Cornubianit, wenn wir Kreide beobachten, welche im Contacte mit Basalt in körnigen Marmor umgewandelt worden ist. Wenn dagegen, wie diess wohl vorkommen kann, die metamorphische Ein-

* Hieraus ergiebt sich die Wichtigkeit einer genauen petrographischen Untersuchung der in den Conglomeraten eingeschlossenen Gerölle und Geschiebe. Vergl. Bd. I, S. 500.

wirkung von der Art ist, dass ihre Ursache in der Zersetzung, oder wohl gar in der Zerstörung desjenigen Gesteins gesucht werden muss, von dessen Gränze die Metamorphose ausging, so würde der Schluss auf das jüngere Alter desselben sehr unzulässig sein.

§. 256. *Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste; Perioden und Epochen derselben.*

Die Formationslehre ist zugleich als eine allgemeine Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste zu betrachten. Wenn nun auch diese Kruste im Vergleich zu den Dimensionen der ganzen Erde nur eine sehr geringfügige Dicke besitzt, so ist doch ihre absolute Mächtigkeit so bedeutend, und ihre Zusammensetzung so manchfaltig, dass sie schon an und für sich einen sehr grossartigen und reichhaltigen Gegenstand der Untersuchung darbietet, und dass dieser, uns fast allein zugängliche Theil der Entwickelungsgeschichte unsers Planeten alle Speculationen über die Urzustände desselben wie an Evidenz so auch an Interesse bei weitem übertrifft. Denn gleichwie sich die älteste Geschichte der Völker in Sagen und Mythen verliert, so geht auch die älteste Geschichte der Erde grösstentheils in Hypothesen auf, unter denen fast nur eine den Charakter eines wirklichen Theorems trägt; es ist diess die Hypothese von einem ursprünglich feurigflüssigen Zustande des Planeten und von einer durch Erstarrung gebildeten ersten Kruste desselben; (I, 57 f.).

Ob wir aber das Material dieser uranfänglichen Kruste irgendwo an der Erdoberfläche wirklich zu Tage austreten sehen, diess ist eine Frage, deren Beantwortung wohl nicht mit Sicherheit gegeben werden kann, und vielleicht eher verneinend als bejahend ausfallen dürfte. Das tiefste uns bekannte Fundament, die primitive oder themelische Formation, erscheint mit solchen petrographischen und geotektonischen Eigenschaften, dass man sich kaum ohne Weiteres dazu verstehen kann, in ihr jene ursprüngliche Erstarrungskruste anzuerkennen. Es würde wenigstens die Voraussetzung ganz eigenthümlicher, aber freilich uns noch völlig unbekannter Umstände erfordern, unter welchen die Erstarrung erfolgt wäre, um eine solche Deutung der primitiven Formation zu rechtfertigen. Weil aber doch so viel fest steht, dass diese Formation allen uns bekannten wirklich sedimentären und wirklich eruptiven Formationen vorausgegangen ist, so repräsentirt sie auch für uns die älteste Periode in der Entwickelungsgeschichte der äussern Erdkruste.

In dem weiteren Verlaufe dieser Geschichte giebt sich nun eine Reihenfolge verschiedener Perioden und dazwischen fallender Epochen kund, von welchen die ersteren durch die sedimentären Formationen und säcularen Dislocationen, die letzteren durch die eruptiven Formationen und instantanen Dislocationen der Erdkruste bezeichnet werden (I, 232).

Die Ausbildung einer sedimentären Formation war nämlich allemal das Werk eines langsam, ruhig und stetig verlaufenden Processes, der über grosse Räume und durch lange Zeiten hindurch ununterbrochen innerhalb derselben Bassins fortdauerte, in welchen er einmal eingeleitet worden war. Mit der

Bildung derselben Formationen standen aber auch die säcularen und ganz allmälig erfolgten Hebungen und Senkungen grösserer Regionen der Erdveste im genauesten, ja man kann sagen in einem nothwendigen Causalzusammenhange. Denn durch die säcularen Hebungen wurden ganz allmälig grosse Strecken des tiefen Meeresgrundes erst in seichten Meeresgrund und endlich in trocknes Land, durch die säcularen Senkungen aber wurde Land in Meer, und seichter Meeresgrund in tiefen Meeresgrund verwandelt.

Dagegen war die Ausbildung der eruptiven Formationen mehr das Werk rascher, nur dann und wann eintretender Processe, welche eine kurze Zeit hindurch ihre volle Energie behaupteten, um dann während langer Zeiträume zu schlummern. Dasselbe gilt auch von den instantanen oder plötzlich erfolgten Erhebungen der Gebirgsketten und von den ähnlichen Senkungen einzelner Theile der Erdoberfläche, welche beide, eben so wie jene Eruptionen, mehr oder weniger störend in den Gang der sedimentären Operationen der Natur eingriffen, und daher heftige und gewaltsame Ereignisse, eigentliche Revolutionen und Kataklysmen in ihrem Geleite und Gefolge hatten.

Hieraus ergiebt sich aber, dass im Allgemeinen die Perioden in der Entwickelungsgeschichte der Erdkruste mehr durch die sedimentären Formationen und säcularen Dislocationen, die Epochen derselben aber mehr durch die eruptiven Formationen und instantanen Dislocationen bestimmt werden.

Die beiden Worte Periode und Epoche werden freilich von vielen Geologen ganz *promiscue* gebraucht; es ist jedoch sehr zu wünschen, dass man sich in dieser Hinsicht an einen bestimmten Sprachgebrauch gewöhnen möge.

§. 257. *Verschiedene Bildungsräume der Formationen und daraus sich ergebende Folgerungen.*

Wenn wir auch von den primitiven, aus kryptogenen Gesteinen bestehenden Bildungen einstweilen absehen, weil uns über deren Bildungsweise nur mehr oder weniger wahrscheinliche Hypothesen, aber keine apodiktischen Kenntnisse zu Gebote stehen, so finden wir doch in den Verhältnissen der sedimentären Bildungen zahlreiche Beweise dafür, dass zwar seit ihrem ersten Anfange Land und Meeresgrund neben einander bestanden haben müssen, dass aber die Vertheilung von Wasser und Land im Laufe der Zeiten einem vielfachen und wiederholten Wechsel unterworfen gewesen ist. Die Oberfläche der festen Erdkruste ist daher abwechselnd bald hier bald dort, bald in grösseren bald in kleineren Regionen, bald nach dieser bald nach jener Richtung über den Meeresspiegel zur Emersion gelangt, während andere Regionen derselben submergirt blieben, oder einer abermaligen Submersion unterlagen.

Dieselben Bewegungen der Erdkruste, für deren Möglichkeit und Wirklichkeit uns schon die, nur eine kurze Spanne Zeit begreifende historische Ueberlieferung unwiderlegliche Beweise in kleinerem Maassstabe vorführt (I, 231—241), dieselben Bewegungen haben in denen nach Myriaden von Jahren zu messenden Pe-

rioden der Vorzeit in weit grossartigerem Maassstabe Statt gefunden; und so gilt denn in der That zu allen Zeiten von der Erdveste, was Seneca sagt: *nihil ita, ut immobile esset, natura concepit, neque id ipsum, supra quod stamus, stabile est.*

Die Vertheilung von Wasser und Land hat also im Laufe der geologischen Perioden viele Male gewechselt*), und, könnten wir auf einem Globus die den verschiedenen Perioden entsprechenden Erdtheile nach ihrer Lage und Ausdehnung entwerfen, so würden wir eine Reihe sehr verschiedener Bilder erhalten und die Ueberzeugung gewinnen, dass dem gegenwärtigen Bilde des *globus terraqueus* ein ganz anderes Gesetz der Vertheilung von Wasser und Land zu Grunde liegt, als allen jenen Bildern, welche sich auf frühere Perioden beziehen; (I, 363 ff.).

Wenn sich diess aber wirklich so verhält, so werden wir auch zu der Anerkennung der Wahrheit genöthigt, dass in der Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste nicht nur Bildungs z e i t e n, sondern auch Bildungs r ä u m e unterschieden werden müssen. Diese Wahrheit, welche in solcher Bestimmtheit und Allgemeinheit, so viel ich weiss, zuerst Carl v. Raumer ausgesprochen hat**), dürfen wir niemals ausser Acht lassen, wenn wir die Verhältnisse der verschiedenen Formationen von einem richtigen Gesichtspuncte aus beurtheilen wollen.

Der jedesmalige Meeresgrund war es ja, welcher den hauptsächlichen Spielraum für die Ausbildung der Sedimentformationen lieferte; das Land als solches nahm an dieser Ausbildung gewissermaassen nur einen passiven Antheil, indem seine Oberfläche von den Bächen und Flüssen fortwährend benagt, und der so gebildete Gesteinsschutt in das Meer hinausgeschafft wurde, welches seinerseits an den Küsten eine ähnliche Erosion und Abrasion bewirkte. Der Meeresgrund war es ja ferner, auf welchem die Ueberreste unzähliger organischer Körper zum Absatze gelangten, auf welchem sich Korallenriffe und Muschelbänke ausbildeten, deren abgestorbene Generationen das Material zu mächtigen und ausgedehnten Schichtensystemen lieferten. Die Regionen des jedesmaligen Meeresgrundes sind daher auch als die h a u p t s ä c h l i c h e n B i l d u n g s r ä u m e der S e d i m e n t-Formationen zu betrachten, indem die Süsswasserbassins des Landes nur kleinere dergleichen Bildungsräume für die limnischen Formationen lieferten.

Da nun aber der Ocean zu allen Zeiten, bald auf diese, bald auf jene Weise, durch Continente in verschiedene Meere getrennt gewesen sein wird;

---

*) Man war wohl bisweilen der Ansicht, dass eine Absonderung des Oceans in verschiedene Meere erst in den n e u e r e n geologischen Perioden eingetreten sei, während in früheren Perioden (sogar bis zur Kreideformation) die ganze Erdoberfläche ein ungetheiltes nur durch einzelne Inselgruppen unterbrochenes Meer gewesen sei. *Marcel-de-Serres Géognosie des terrains tertiaires*, 1829, *p.* 1—11.

**) In seinem Werke: das Gebirge Niederschlesiens 1819, S. 164; vergl. auch W a g n e r, Geschichte der Urwelt, 1845, S. 60. Sehr gute Bemerkungen über diese Verhältnisse gab auch v. B l ö d e in seinem Versuche einer Darstellung der Gebirgsformations-Systeme Russlands, S. 4 ff.

da sich während einer jeden, durch eine bestimmte Vertheilung von Wasser und Land charakterisirten Periode die Meere nach verschiedenen Richtungen und mit verschiedenen Dimensionen zwischen den Continenten und Inseln ausgedehnt haben werden; und da diese Vertheilung von Meer und Land, eben so wie die Vertheilung der Landgewässer, von einer Periode zur andern gewechselt haben kann, so ergeben sich schon *a priori* die nachstehenden Folgerungen:

1. dass keine sedimentäre Formation in ununterbrochener Ausdehnung über den ganzen Erdball zur Ausbildung gelangt sein kann, und dass also eine jede derselben nur innerhalb gewisser Bildungsräume zu erwarten ist*);
2. dass die während einer und derselben Periode in verschiedenen, von einander getrennten Meeres-Regionen gebildeten Ablagerungen derselben Formation rücksichtlich ihrer Gesteine, ihrer Mächtigkeit, ihrer Gliederung u. s. w. mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten zeigen werden;
3. dass die in verschiedenen, wenn auch vielleicht unmittelbar auf einander folgenden Perioden gebildeten Sedimentformationen ganz verschiedene Bildungsräume erfüllen können, so dass z. B. die eine Formation theilweise in dem Gebiete einer früheren Formation enthalten ist, während sie theilweise weit über das Gebiet derselben hinausgreift; und
4. dass die vollständige Reihe aller Sedimentformationen in keiner Gegend vorausgesetzt werden kann; dass also, wenn wir jene vollständige Reihe durch die Buchstabenreihe *A*, *B*, *C*....*Z* ausdrücken, in einer und derselben Gegend gewöhnlich nur verschiedene einzelne dieser Buchstaben, oder, im günstigsten Falle, einzelne Buchstabenfolgen vorhanden sein werden, zwischen welchen andere Buchstaben und Buchstabenfolgen vermisst werden.

Sedimentbildungen, welche bei einer auffallenden und wesentlichen Verschiedenheit ihrer Gesteine und organischen Ueberreste, dennoch für gleichzeitig erkannt werden, nennt man äquivalente Bildungen. Man gebraucht diesen Ausdruck insbesondere auch für diejenigen limnischen und fluviomarinen Formationen, welche gleichzeitig mit gewissen marinen Formationen zur Ausbildung gelangt sind.

Was aber für die sedimentären Formationen gilt, das bestätigt sich auch für die eruptiven Formationen; auch sie werden immer auf gewisse Bildungsräume beschränkt sein, weshalb denn keine einzige derselben in stetiger Verbreitung über die ganze Erdoberfläche vorausgesetzt werden kann. Ja, es ist ein in der ganzen Natur und Bildungsweise der eruptiven Formationen nothwendig begründetes Verhältniss, dass ihre Bildungsräume in der Regel eine weit geringere Ausdehnung haben werden, als diejenigen der marinen

* Vergl. auch v. Blöde, a. a. O. S 14 ff.

Sedimentformationen, dass sie also niemals in ununterbrochenen Ablagerungen über so grossen Flächen angetroffen werden, wie diess mit den meisten sedimentären Formationen der Fall ist. Gewöhnlich treten sie in beschränkteren Ablagerungen auf, welche bald längs gewisser Linien und Zonen, oder um gewisse Mittelpunkte gruppirt, bald auch ganz sporadisch und ohne eine erkennbare Regel vertheilt sind. Selbst nachbarliche dergleichen Ablagerungen haben, ungeachtet ihrer grossen Nähe, vielleicht niemals an der Erdoberfläche in einem unmittelbaren Zusammenhange gestanden, und die Zwischenräume, welche sie gegenwärtig trennen, sind gar häufig niemals von ihnen erfüllt gewesen. — Diese Beschränktheit der Bildungsräume der eruptiven Formationen wird aber einigermaassen durch die grosse Anzahl derselben aufgewogen, indem eine und dieselbe eruptive Formation an zahlreichen Puncten der Erdoberfläche, unter allen möglichen Zonen, und auf dem Lande so gut wie auf dem Meeresgrunde hervorgetreten sein kann.

Sollte es eine Formation geben, welche, ebenso wie die eruptiven Formationen, unter allen Zonen auftritt, und überall dieselbe oder doch eine sehr ähnliche Beschaffenheit ihrer Gesteine zeigt; welche da, wo sie hinreichend entblösst ist, in der Grösse ihrer Verbreitungsgebiete mit den sedimentären Formationen wetteifert, während doch nicht nur dieser Umstand, sondern auch ihre geotektonischen Verhältnisse den Gedanken an eine eruptive Entstehungsweise verbieten; so würden wir wenigstens zu der Vermuthung berechtigt sein, dass eine solche Formation zu einer Zeit entstand, wo auf der ganzen Oberfläche des Planeten, von einem Pole bis zum andern, noch völlig gleiche Umstände und Bedingungen walteten, und dass sie aus ähnlichen Materialien durch einen gleichartigen Bildungsprocess hervorgegangen sei. Es giebt nun in der That eine Formation von so universalem Charakter; eine Formation, welche überall, wo sie unter den jüngeren Formationen hervortaucht, eine überraschende allgemeine Aehnlichkeit ihrer petrographischen und geotektonischen Eigenschaften erkennen lässt, während sie sich zugleich als eine ganz allgemein verbreitete Formation dadurch beurkundet, dass sie wirklich überall hervortritt, wo nur die Erdoberfläche auf gehörige Tiefe blos gelegt ist. Es ist diess die primitive Formation, von welcher man daher wohl behaupten kann, dass ihr Bildungsraum die ganze Erdoberfläche umfasste, und dass sie die älteste für uns erreichbare Gesteinsschale unsers Planeten repräsentirt, welche durch eigenthümliche, bis jetzt noch ganz räthselhafte Bildungsprocesse entstanden ist. Der Schlüssel zur Erklärung dieser Bildungsprocesse kann wohl nur durch ein gründliches und vorurtheilsfreies Studium derjenigen neueren Formationen gefunden werden, welche mit jener ältesten Formation so viele Analogieen zeigen, und gewöhnlich, eben so wie diese, etwas voreilig als metamorphische Bildungen abgefertigt werden.

B. Verhältnisse der Sedimentformationen.

§. 258. *Allgemeine Verschiedenheit der Fossilien in verschiedenen Sedimentformationen.*

Obgleich mit Recht angenommen werden kann, dass die ältesten Sedimentschichten noch unter solchen Umständen abgesetzt wurden, welche mit dem Bestehen organischer Wesen unvereinbar waren, so unterliegt es doch

gar keinem Zweifel, dass die Erdoberfläche während der Bildungsperioden aller späteren Sedimentformationen von einer **organischen Welt** belebt war; denn wir finden ja die Ueberreste von Thieren und Pflanzen in den Schichten aller dieser Formationen mehr oder weniger reichlich eingeschlossen.

Es wurde bereits oben (I, 777 ff.) darauf hingewiesen, dass die Thier- und Pflanzenwelt von ihrem ersten Auftreten an bis zu der gegenwärtigen Periode eine Reihe verschiedener Entwickelungsstufen durchlaufen habe, dass also zu verschiedenen Zeiten verschiedene Organismen existirten, und dass den successiven sedimentären Bildungsperioden gewissermaassen successive Schöpfungsperioden im Thier- und Pflanzenreiche entsprechen. Daraus folgt nun aber, dass die Sedimentformationen verschiedener Perioden auch durch die Ueberreste verschiedener Species und Genera, ja sogar bisweilen verschiedener Familien und Ordnungen charakterisirt sein, dass uns also die fossilen Thier- und Pflanzenformen vortreffliche Hilfsmittel zur Bestimmung der relativen Altersfolge der Sedimentformationen darbieten werden.

Diese organischen Ueberreste vertreten gewissermaassen die Stelle von Inscriptionen, in welchen, wenn auch nicht Jahreszahl und Datum, so doch gewisse allgemeine Zeitbestimmungen ausgedrückt sind, die uns wenigstens das **relative Alter** der betreffenden Schichten erkennen lassen. Wie uns also punische, griechische oder römische Inschriften darüber belehren, dass die betreffenden Monumente aus der Zeit der Karthager, der Griechen oder Römer stammen, so vermögen wir aus der Anwesenheit dieser oder jener organischen Ueberreste auf die geologische Periode zu schliessen, in welcher die Schichten abgesetzt worden sind. Daher gewinnen die paläontologischen Merkmale der Formationen eine **chronologische** Bedeutung; sie liefern uns die wichtigsten Documente für die Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste und für die Beurtheilung der grossartigen Veränderungen, denen solche im Laufe der Zeiten unterworfen war. *Natura, rerum suarum scriptor, aeterna haec suarum vicissitudinum documenta nobis reposuit* *).

Die Thatsache, dass verschiedene Sedimentformationen im Allgemeinen durch wesentlich verschiedene Fossilien charakterisirt werden, hat nun eine ausserordentliche Wichtigkeit für die Geognosie. Die Reliquien der allmälig nach einander zum Dasein gelangten Organismen haben denen nach und über einander gebildeten Schichtensystemen einen chronologischen Stempel aufgedrückt, welcher uns in den meisten Fällen gestattet, über den Synchronismus oder Metachronismus der Formationen ein sicheres Urtheil zu fällen. Durch diese ihre chronologische Bedeutung gewinnen aber die organischen Ueberreste auch zugleich den Werth von **bathrologischen** Merkmalen; sie belehren uns über die **Stelle**, welche einem Schichtensysteme in der **Reihe** der Sedimentformationen zukommt. Wo uns daher die Lagerungsverhältnisse im Stiche lassen, weil diese Reihe vielleicht nur sehr unvollständig zur Ausbildung gebracht, oder weil die gesetzmässige Lagerung durch Störungen des Gebirgsbaues verkehrt und umgestürzt worden ist, da werden die organischen Ueber-

*) Reinecke, *Maris protogaei Nautili*, p 3.

reste als die wichtigsten Merkmale bei der Formationsbestimmung zu Rathe gezogen werden müssen. Ja selbst da, wo verschiedene, jedoch petrographisch ähnliche Sedimentformationen in concordanter Lagerung über einander auftreten, wo also kein Zeitabschnitt, keine Intermittenz des Bildungsactes weder durch Discordanz der Schichtung, noch durch auffallende Gesteinsverschiedenheit angezeigt ist, selbst da haben wir vorzugsweise die Fossilien zu befragen, um die Verschiedenheit der Formationen erkennen und ihre Demarcationslinien bestimmen zu können.

Wenn wir z. B. irgendwo auf den ältesten Formationen, auf Gneiss, Glimmerschiefer oder altem Thonschiefer eine Sandstein- oder Kalksteinformation abgelagert finden, unter welcher keine ältere, und über welcher keine jüngere bereits bestimmte Sedimentformation vorhanden ist, und in welcher weder Conglomeratschichten noch gangartige Bildungen vorkommen, deren Gerölle oder Gesteine uns irgend eine Hinweisung auf ihre wahre bathrologische Stelle gewähren könnten, dann sind wir in der That von allen anderen Hilfsmitteln verlassen; dann bleibt uns nur noch die Hoffnung übrig, in den Fossilien ein Anhalten zur Bestimmung jener Stelle zu finden.

Dass wir uns nicht selten, sowohl bei überkippter oder sonst gestörter Lagerung, als auch bei ungestörter und gleichförmiger Lagerungsfolge petrographisch gleichartiger Schichtensysteme in derselben Lage befinden werden, diess leuchtet von selbst ein. Die Schichten der Juraformation, welche z. B. bei Hohnstein in Sachsen über dem Quadersandstein liegen (I, 931), konnten nur durch ihre Petrefacten als wirkliche jurassische Schichten erkannt werden; und in den Alpen steht uns für die Trennung der Formationen oft gar kein anderes Hilfsmittel zu Gebote.

Das Theorem von der paläontologischen Verschiedenheit verschiedener Formationen beruht übrigens keineswegs auf theoretischen Voraussetzungen, wie z. B. auf der Voraussetzung einer allmäligen Temperatur-Abnahme der Erdoberfläche und einer gleichmässig fortgeschrittenen Veränderung der Thier- und Pflanzenwelt; sondern es beruht auf tausendfältigen Beobachtungen, welche unter allen Zonen in den verschiedensten Ländern angestellt worden sind, und überall auf die Erkennung jener Wahrheit geführt haben.

Es sind also Thatsachen und nicht Theorieen, auf welchen dieses Theorem beruht, und die Ansicht von einer allmäligen und stufenweisen Entwickelung der organischen Natur ist nur eine Folgerung, welche sich unmittelbar aus einer genaueren Vergleichung derselben Thatsachen ergiebt, in welchen jenes Theorem seine empirische Begründung gefunden hat.

Diese Begründung ist von England ausgegangen, wo es Martin Lister schon im Jahre 1671 aussprach, dass verschiedene Gesteine ganz verschiedene Conchylien umschliessen*), wo Strange im Jahre 1736 eine und dieselbe Species von Gryphaea innerhalb desselben Schichtensystems von Monmoutshire bis nach Leicestershire nachwies, wo Calcot behauptete, dass die verschiedenen Schichten noch weit auffallender durch ihre Conchylien, als durch ihre übrigen Eigenschaften

---

*) *Philos. transactions, vol. VI, p. 2283*; *Quarries of different stone yield us quite different sorts or species of shells, not only one from another, but, I dare boldly say, from any thing in nature*. Freilich stützte er hierauf gegen Steno die Ansicht, dass sie gar keine petrificirten Conchylien, sondern *lapides sui generis* seien.

charakterisirt seien, wo Martin im Jahre 1811 dieselbe Behauptung für die Pflanzen der Steinkohlenformation geltend machte, bis endlich William Smith im Jahre 1815 seine auf dieses Princip gegründete geognostische Charte von England, und im Jahre darauf sein Buch: *Strata identified by organized fossils* herausgab, in dessen Titel schon die Idee ausgedrückt ist, deren Durchführung von ihm zuerst in solcher Allgemeinheit und Vollständigkeit versucht wurde; die Idee nämlich, dass jede Formation ihre eigenthümlichen organischen Ueberreste umschliesst. In Teutschland hat sich zuerst v. Schlotheim um eine, der Formationslehre entsprechende Behandlung der Petrefacten verdient gemacht.

Nachdem man einmal die Verschiedenheit der in den successiven Formationen enthaltenen Fossilien erkannt hatte, und nun zu einer genaueren Vergleichung derselben verschritt, da stellte sich die Folgerung von selbst heraus, dass in den verschiedenen Thier- und Pflanzenformen der auf einander folgenden geologischen Perioden eine allmälige und gewissermaassen auch stufenweise fortgeschrittene Entwickelung der Thier- und Pflanzenwelt ausgedrückt ist. Man glaubte wohl anfangs diese Entwickelung so auffassen zu müssen, dass im Laufe der Zeiten ein allgemeines Fortschreiten von den minder vollkommenen und niederen zu den vollkommneren und höheren Organismen, also eine progressive Vervollkommnung der Lebenswelt Statt gefunden habe. Gegen die durchgängige Richtigkeit dieser Ansicht haben sich jedoch unter Anderen in Betreff des Pflanzenreiches Lindley und Hutton, so wie in Betreff des Thierreiches Agassiz ausgesprochen*).

Eine theilweise Wahrheit dürfte aber dieser Ansicht nicht abzusprechen sein, wie Agassiz bemerkt, indem er darauf verweist, dass wenigstens für die Wirbelthiere eine solche progressive Vervollkommnung angezeigt sei, da im Allgemeinen die Fische zuerst, dann die Reptilien und endlich die Säugethiere aufgetreten sind, dass also die Classen der Wirbelthiere nach einander in der Reihenfolge ihrer immer höheren Vollkommenheit zur Entwickelung gelangten, während die sämmtlichen Classen der wirbellosen Thiere fast gleichzeitig in das Dasein gerufen wurden.

Diese Betrachtungen, sagt Agassiz, führen nothwendig auf die Anerkennung einer höchsten Intelligenz und Kraft, welche die Phasen der Natur im Voraus bestimmte, und die Wissenschaft muss in der Natur eben sowohl Gott, den Schöpfer und Urheber aller Dinge, anerkennen, als es der Mensch vom moralischen Standpuncte aus thut. Auch der grösste Paläontolog Teutschlands kommt auf dasselbe Ergebniss, indem er sagt: Wir erkennen in diesem Auftreten der Organismen, in der Verbindungsweise der gleichzeitig mit einander bestehenden, und der allmälig

---

*) *Lindley and Hutton, The fossil Flora of Great-Britain, vol. I, 1831, p. XVII* ff., wo nach anderen hierher gehörigen Betrachtungen schliesslich gesagt wird, dass aus allen drei Hauptabtheilungen des Pflanzenreiches schon in der ältesten geologischen Periode Formen von der höchsten Vollendung vorkommen, und dass es ja noch gar nicht ausgemacht sei ob und warum die monokotyledonen Pflanzen weniger vollkommen seien, als die dikotyledonen, und ob die Palmen tiefer stehen als die Eichen, die Cerealien tiefer als die Nesseln. Agassiz aber sprach sich in seiner bei der Einweihung der Neufchateler Akademie gehaltenen Rede dahin aus, es sei ein Irrthum, dass die erste Periode nur Thiere niedriger Organisation aufzuweisen habe; vielmehr seien schon damals die vier Haupttypen der Strahlthiere, Mollusken, Gliederthiere und Wirbelthiere repräsentirt gewesen; auch habe wenigstens bei den ersteren drei Abtheilungen im Laufe der Zeit keine Vervollkommnung statt gefunden; sie hätten nur eine Reihe von Metamorphosen durchlaufen, ohne deshalb zu höheren Typen zu gelangen; die Korallen der ältesten Formationen seien ähnlich denen der Jetztwelt, u. s. w. Auch Greenough sprach sich schon früher auf ähnliche Weise aus in seinen Kritischen Untersuchungen der ersten Grundsätze der Geologie, 1821, S. 208 f. der Uebersetzung.

auf einander folgenden Wesen, wie in der wunderbaren Organisation der so manchfaltigen Lebenswesen und in ihrer Anpassung an die jedesmaligen äusseren Lebensbedingungen eine durchgeführte Idee, ein so planmässiges Verfahren, ein so angemessenes Ineinandergreifen aller Wechselbedingungen, dass dieses Alles wie jedes Einzelne nur eben sowohl die Wirkung einer unbegränzten Allmacht, wie die Anordnung einer unbegreiflichen Weisheit sein kann *).

§. 259. *Theilweise Identität der Fossilien in verschiedenen Formationen.*

Wir dürfen jedoch das Theorem von der Verschiedenheit der Fossilien in verschiedenen Formationen nicht etwa so verstehen, als ob diese Verschiedenheit in so absoluter und exclusiver Weise Statt finde, dass keine fossile Species in zweien oder mehren Formationen zugleich vorkommen könne. Wäre diess wirklich der Fall, so würden wir genöthigt sein, im Thier- und Pflanzenreiche eine Reihe successiver, aber scharf getrennter Schöpfungen anzunehmen, von welchen jede einzelne mit einer völligen Vernichtung der vorhergehenden eingeleitet wurde. Eine solche Vorstellung dürfte aber doch wohl dem eigentlichen Entwickelungsgange der Natur nur wenig angemessen sein. Auch sind zahlreiche Fälle bekannt, da die Ueberreste einer und derselben Species nicht nur in zweien, sondern sogar in mehren auf einander folgenden Formationen vorkommen; wofür wir auf Bronn's Zusammenstellungen **) verweisen, und auch später bei der Betrachtung der einzelnen Sedimentformationen hinreichende Beweise kennen lernen werden.

Eine durchgängige Verschiedenheit, eine vollständige Abgeschlossenheit der Fauna und Flora von einer Formation zur anderen findet daher nicht Statt; und wenn auch eine jede Formation durch die grosse Mehrzahl ihrer Fossilien von der nächst vorausgehenden, eben so wie von der nächstfolgenden Formation getrennt ist, so können doch gewisse ihrer Fossilien sowohl abwärts als aufwärts in die zunächst angränzenden Formationen hineinreichen.

Desungeachtet haben Alcide d'Orbigny und Agassiz, also ein paar der bedeutendsten Auctoritäten im Gebiete der Paläontologie, die Behauptung aufgestellt und geltend zu machen gesucht, dass die Ueberreste keiner Species in zwei verschiedenen Formationen vorkommen, dass also keine Species die Periode einer und derselben Formation überlebt habe; auch scheint sich Pictet zu derselben Ansicht zu bekennen. Dagegen behauptete Greenough schon 1821, dass häufig die nämlichen Species in verschiedenen Formationen angetroffen werden ***), und später haben sich besonders Bronn, Leopold v. Buch, Elie de Beaumont, Prévost u. A. gegen jene Ansicht ausgesprochen.

So erinnerte Elie de Beaumont, bei Gelegenheit einer Discussion über die wahre Stellung der Nummulitenbildung (ob solche nämlich der Kreideformation oder der eocänen Tertiärformation zugehöre) daran, wie er es schon oft hervorgehoben, dass jede Revolution keinesweges eine gänzliche Erneuerung der orga-

*) Bronn, Handbuch der Geschichte der Natur, Bd. III, 2. Abth. S. 746.

**) Handbuch der Geschichte der Natur, Bd. III, 2. Abth. S. 751 ff.

***) Kritische Untersuchungen der ersten Grundsätze der Geol. S. 216; obwohl die angeführten Beispiele nicht glücklich gewählt sind.

nischen Welt zur Folge gehabt habe; am Ende sei eine jede Formation eocän in Bezug auf die vorausgehenden, ohne dass deshalb eine durchaus neue Thierwelt mit ihr entstand. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *t. IV*, *p.* 563. Leopold v. Buch sprach sich schon früher und auch später in seiner schönen Abhandlung über die Ceratiten (1843, S. 19) folgendermaassen aus: »Die Erscheinung, dass gewisse Formen, welche man früher ausschliesslich in bestimmten Formationen voraussetzte, später als darüber hinausgreifend erkannt worden sind, belehrt uns, dass die organischen Formen, welche jetzt auf der Erdoberfläche nicht mehr gefunden werden, nicht plötzlich und auf einmal verschwanden, sondern nach und nach in andere Bildungen übertraten, wo sie zwar nicht als dieselben Arten erkannt werden können, doch aber als solche, welche zu einer gleichen Abtheilung von Thierformen gehören. Wir lernen hieraus, dass dieses Verschwinden und das Erscheinen neuer Formen keine Folge einer gänzlichen Zerstörung der verschwundenen, und einer neuen Schöpfung der neu hervorgetretenen ist, sondern dass die Arten wahrscheinlich aus sehr veränderten Lebensbedingungen hervorgehen. — Die Naturforscher, welche behaupten, dass niemals in verschiedenen Gebirgsschichten gleiche Formen vorkommen, glauben dagegen an eine stets wieder erneuerte Schöpfung bei jeder Gebirgsveränderung; das ist jedoch eine widerstrebende Ansicht, die nach dem erfahrenen Bronn und den unterrichteten Engländern Edward Forbes, Owen und Morris sich durchaus nicht bestätigt.« Ganz im ähnlichen Sinne lauten folgende Bemerkungen von Constant Prévost: Es sei sehr wichtig, zu untersuchen, ob die Erscheinung und das Verschwinden gewisser Formen des Thier- und Pflanzenreiches wirklich auf völlige Vernichtung der früheren, und Neuschöpfung der späteren verweist. Es sei wohl wahrscheinlicher, dass die veränderten Bedingungen der Localitäten die Raçen nöthigten, sie zu verlassen und neue aufzusuchen, während andere Raçen, die bereits anderswo existirten, ihre Stelle einnahmen. Verwandelte sich ein tiefes Meer in ein seichtes, das letztere in ein Aestuarium oder in einen Landsee, so musste ja nothwendig ein Wechsel der Bevölkerung eintreten. Eben so wird eine veränderte Stellung von Land und Meer, eine veränderte Richtung der Strömungen, der Zuflüsse und des Klimas ähnliche Resultate herbeiführen. Sonach können aber ähnliche Formen verschiedenen Formationen angehören, und, wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass gewisse Geschlechter und Familien erst in bestimmten Perioden auftraten, so wird man diess doch nicht zu speciell geltend machen dürfen, ohne Irrthümern anheim zu fallen. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *t. II*, 1845, *p.* 30 f. Und so werden wir uns denn nicht weigern können, dem Urtheile Bronn's, welcher schon wiederholt auf die Erfahrungswidrigkeit jener Ansicht von Agassiz und d'Orbigny hingewiesen hat, beizutreten, wenn er sagt: »Nach unserer Ueberzeugung kann das Auftreten und sogar das Wiederauftreten identischer Arten in verschiedenen Zeiten, wie es uns empirisch entgegenkommt, auch theoretisch nicht geläugnet werden; wir kennen weder ein Ereigniss, noch ein allgemeines Naturgesetz, welches die Dauer der Species nur auf eine kurze Zeit beschränkte, oder ihre Wiedererschaffung in späterer Zeit unmöglich gemacht hätte*). Wir müssen daher das Vorkommen identischer Arten in verschiedenen Zeiten zugestehen, sobald wir nicht im Stande sind, sie praktisch zu unterscheiden.« Handbuch einer Geschichte der Natur, Bd. III, 2. Abth. S. 765. Neuere Thatsachen und Bemerkungen, welche die Richtigkeit

*) Sehr beherzigenswerth ist auch die Bemerkung von Quenstedt: „Man muss nicht Alles für besondere Species ausgeben, was, bei entschiedener Gleichheit, nur verschiedenen Formations-Abtheilungen angehört. Denn noch gilt der Satz nicht, dass Alles verschieden ist, was verschiedenen Formationen angehört, mag es sich auch noch so ähnlich sein; obgleich er von einzelnen Geologen eifrigst vertheidigt wird. Petrefactenkunde Deutschlands, 1, S. 15.

dieses Urtheils bestätigen, theilten Bayle und Cocchi gelegentlich mit, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t. VI, p.* 325 und *t. XIII, p.* 248.

Auf der anderen Seite würde man aber zu weit gehen, wenn man für gewisse sehr weit von einander liegende Formationen eine völlige Identität nicht nur einzelner Species, sondern ganzer Familien und Ordnungen des Thierreiches oder Pflanzenreiches behaupten wollte. Eine solche Behauptung ist z. B. in Betreff der Flora der Steinkohlenformation aufgestellt worden. Die vorweltlichen Pflanzenformen würden für die Unterscheidung der Formationen gar keinen Werth mehr haben, wenn die Ansicht richtig wäre, dass die Liasformation der Alpen genau dieselbe Flora umschliesst, wie die Steinkohlenformation anderer Länder, oder wenn es sich vollends bestätigen sollte, dass die mit ächt carbonischen Pflanzen versehene glimmerreiche Molasse von Taninge der Nummulitenformation angehört, und dass sogar die (nach Favre) miocänen Schieferthone von Thôrens solche wahrhaft carbonische Pflanzen enthalten. *Comptes rendus, t.* 45, 1857, *p.* 612 ff. Gegen die Richtigkeit der Formationsbestimmung jener Molasse von Taninge sprach sich selbst Scipion Gras aus, obgleich er eine Persistenz der carbonischen Flora bis zur Liasformation zugesteht; *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 14, 1857, *p.* 581. Nach Favre gehören die betreffenden Schichten wirklich der Steinkohlen-Formation an. Von den Farn-Abdrücken bei *Thôrens* aber hat Heer gezeigt, dass sie tertiären Species angehören. *Bibl. univ. Archives, III*, 1858, *p.* 123 u. 165.

Bei dem Allen ist es jedoch erwiesen, dass nicht nur Species der verschiedensten Geschlechter, und Geschlechter der verschiedensten Familien, sondern dass auch ganze Familien der vorweltlichen Thier- und Pflanzenwelt ausschliesslich an gewisse Formationen gebunden sind, also auch ausschliesslich in den Perioden dieser Formationen gelebt haben. Wir erinnern nur beispielsweise an das Geschlecht Graptolithus, welches bis jetzt lediglich in der Silurformation, und an die Familie der Rudisten, welche eben so ausschliesslich in der Kreideformation angetroffen worden ist. Ueberhaupt soll durch die vorstehenden Bemerkungen der Werth der paläontologischen Merkmale keinesweges herabgezogen werden; welcher Werth allerdings darin begründet ist, dass die von Agassiz und Alcide d'Orbigny vertretene Ansicht, wenn auch keine allgemeine, so doch eine sehr vorwaltende, d. h. für die grosse Mehrzahl der Fossilien anzuerkennende Giltigkeit hat.

Während sonach für die einzelnen Formationen keine ganz durchgreifende, sondern nur eine vorwaltende paläontologische Verschiedenheit besteht, während für sie das Vorkommen gewisser gemeinschaftlicher Species durchaus nicht geläugnet werden kann, so ist es dagegen eine andere Frage, ob nicht die grösseren Formationsgruppen (S. 13), wie solche auch paläontologisch durch einen eigenthümlichen Formentypus ihrer organischen Ueberreste charakterisirt sind, eine schärfere Trennung selbst in Bezug auf die Species erkennen lassen. Da ist es denn nicht wohl in Abrede zu stellen, dass eine solche schärfere Trennung wirklich besteht; denn die Zahl derjenigen Species, welche aus einer Formationsgruppe in die nächst folgende hinüber reichen, ist in der That (wenigstens bei allen älteren Gruppen bis zur Kreide) so ausserordentlich gering, dass die wirklich erwiesenen Fälle nur als sehr einzeln dastehende Ausnahmsfälle zu betrachten sind, welche ge-

gen die sehr grosse Zahl der wesentlich verschiedenen Species kaum in Anschlag gebracht werden können.

Hieraus folgt aber auch zugleich, dass gewisse Formationen, und zwar insbesondere, dass diejenigen Formationen, welche die Endglieder und die Anfangsglieder der grossen Formationsgruppen bilden, derselben schärferen paläontologischen Trennung unterliegen, und dass in denen zwischen den verschiedenen Formationsgruppen liegenden Zeiträumen die Hauptepochen in der Entwickelungsgeschichte der organischen Natur enthalten sein müssen. Will man also von verschiedenen Schöpfungsperioden sprechen, deren Ende durch das gänzliche Aussterben der älteren, und deren Anfang durch das entschiedene Auftreten ganz neuer Organismen bezeichnet war, so kann man dabei nur diese grösseren Perioden im Auge haben, welche den grösseren Formationsgruppen äquivalent sind *).

Sehr richtig bemerkt in dieser Hinsicht Davidson: *Je ne puis partager entièrement l'opinion de ceux, qui limitent la durée d'une espèce à un seul étage, et qui ne veulent pas consentir à ce qu'elle ait pu dépasser cette limite. Cette loi ne peut s'étendre qu'aux grandes divisions des terrains, car il est évident pour moi que certaines espèces ont persisté pendant plus d'un étage, et que par conséquent elles n'y sont pas toutes caractéristiques* (*Bull. de la soc. géol. 2. série, t. V, p.* 311). — Und dennoch giebt es Ausnahmen, welche auch diese Auffassungsweise nicht in allen Fällen als vollkommen richtig erscheinen lassen. Die ganze Eintheilung der tertiären Formationen in eocäne, miocäne und pliocäne Bildungen beruht ja auf dem Vorhandensein einer solchen Ausnahme, beruht auf der Thatsache, dass diese Bildungen eine grössere oder geringere Anzahl von Fossilien solcher Species umschliessen, welche mit heutzutage lebenden Species identisch sind. Und eben so sind die ältesten Tertiärformationen abwärts durch eine nicht unbedeutende Anzahl von gemeinschaftlichen Species mit der Kreideformation verbunden.

Bei dem Allen kann es doch bisweilen vorkommen, dass gewisse Fossilien aus einer Formation in eine andere, weit jüngere Formation gelangt sind, wenn nämlich die ältere Formation bedeutenden Zerstörungen ausgesetzt war, bevor oder während die jüngere gebildet wurde. Dann werden diejenigen aus der älteren Bildung stammenden Petrefacten, welche vermöge ihrer Beschaffenheit der Zerstörung zu widerstehen vermochten, gerade so wie die Geschiebe und Gerölle des älteren Gesteins, mehr oder weniger zahlreich in die Schichten der jüngeren Bildung hineingeschwemmt und, zugleich mit denen dieser Bildung eigenthümlichen Fossilien abgesetzt worden sein. Auf solche Weise konnten Fossilien sehr verschiedener Perioden in einer und derselben Schicht durch einander gemengt werden. Aber man begreift, dass sich sonach jedenfalls alle aus älteren Formationen eingeschwemmte Fossilien eben sowohl auf secundärer Lagerstätte befinden, wie die aus denselben Formationen zu-

*) In diesem Sinne ist es wohl auch ganz wahr, was James Hall sagt: *We are more and more able, as we advance, to observe, that the Author of nature has never repeated the same forms in successive creations. The various organisms called into existence have performed their parts in the economy of creation, have lived their period, and perished. Palaeontology of New York*, 1847, *p. XXIII.*

geführten Fragmente und Gerölle; dass sie also Fremdlinge sind, welchen irgend eine chronologische oder bathrologische Bedeutung durchaus nicht zugestanden werden kann. Denn in allen Fällen kommt es wesentlich darauf an, dass die betreffenden Thiere und Pflanzen während der Bildungsperiode derjenigen Schichten gelebt haben, in welchen ihre Ueberreste angetroffen werden, dass sie also mit ihnen coätan oder autochthon sind; wofür uns doch in den meisten Fällen ziemlich sichere Kriterien zu Gebote stehen.

Die vielen aus der silurischen und der cretacischen Formation stammenden Petrefacten, welche in den Sand- und Geröllschichten des nordteutschen Tieflandes gefunden werden, liefern sehr ausgezeichnete Beispiele solcher eingeschwemmter Fremdlinge; eben so die jurassischen Petrefacten in den tertiären Bohnerz-Ablagerungen der schwäbischen Alp, oder die vielen Conchylien, welche in Suffolk aus dem Londonthon und dem *Coralline-Crag* in den *Red-Crag* mit eingeschwemmt worden sind, und daher von *Wood* als *extraneous fossils* des letzteren bezeichnet werden; (*Quart. Journ. of the géol. soc. vol.* 15, 1859, *p.* 32 ff.). Auch v. Strombeck beschreibt ein sehr auffallendes Beispiel von solcher Durcheinander-Mengung verschiedener Fossilien aus der Gegend von Bündheim unweit Harzburg; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. *V,* 172—186. Die Erscheinung kann überhaupt häufig vorkommen, und verdient daher jedenfalls beachtet zu werden.

Es ist übrigens eine auffallende, und wohl nicht blos aus der Mangelhaftigkeit unserer Beobachtungen zu erklärende Thatsache, dass sich im Allgemeinen der Reichthum an Species innerhalb der verschiedenen Hauptperioden um so grösser herausstellt, je neuer diese Perioden sind. Diese Thatsache war schon dem trefflichen Saussure so wenig entgangen, dass er vielmehr aus ihr folgern zu können glaubte, die Menge der organischen Formen stehe im umgekehrten Verhältnisse mit dem Alter der Formationen*).

§. 260. *Theilweise Verschiedenheit der Fossilien einer und derselben Formation. Leitfossilien.*

Wie durch die Verschiedenheit der Bildungsräume, innerhalb welcher die Ablagerungen einer und derselben Sedimentformation erfolgt sind, eine Verschiedenheit ihrer Gesteine, ihrer Mächtigkeit und ihrer Gliederung herbeigeführt werden konnte (S. 22), so werden diese Bildungsräume auch einen wesentlichen Einfluss auf die Vertheilung und relative Menge, auf die allgemeine Beschaffenheit und den specifischen Charakter der organischen Ueberreste ausgeübt haben. Daraus folgt aber, dass eine und dieselbe Formation hier reich, dort arm, und stellenweise ganz leer an organischen Ueberresten sein kann;

*) *Voyages dans les Alpes* §. 605, wo es heisst: *On pourrait même presque dire, que toutes choses d'ailleurs égales, le nombre de vestiges de corps marins contenus dans une pierre est en raison inverse de son ancienneté*; und §. 606: *Je croirois plutôt, que l'ancien océan dans lequel les montagnes ont été formées, ne contenoit primitivement que des élémens sans vie; que peu à peu les germes des êtres vivans se sont formées ou développés dans l'intérieur de ses eaux, et que par des gradations étendues dans une longue suite de siècles, leur nombre s'est augmenté et s'augmentera peut-être encore.*

dass sie hier diese, dort jene Species enthalten wird; dass dieselben Species hier in einer tieferen, dort in einer höheren Etage auftreten können, und dass sich alle diese organischen Ueberreste bald in einem wohl erhaltenen, bald in einem sehr unvollkommenen Zustande vorfinden werden. Alle diese Umstände sind bei der paläontologischen Untersuchung und Vergleichung der Formationen sorgfältig in Erwägung zu ziehen, um Fehlschlüsse zu vermeiden, und an dem geognostischen Werthe der Paläontologie überhaupt nicht irre zu werden.

Bei der Beurtheilung der so eben angedeuteten Verhältnisse können wir uns allerdings zunächst nur diejenigen Gesetze über die Vertheilung der Meeresorganismen zum Anhalten dienen lassen, welchen die marine Fauna der gegenwärtigen Periode unterworfen ist*). Wir schliessen dabei durch Analogie, dass ähnliche Gesetze wohl auch in früheren geologischen Perioden gewaltet haben mögen, und finden eine Rechtfertigung dieser Schlussfolge in den Thatsachen, welche sich herausstellen, wenn wir z. B. die verschiedenen Regionen eines und desselben vorweltlichen Meeresbeckens in Bezug auf die Abhängigkeit ihrer organischen Ueberreste von den verschiedenen physikalischen Verhältnissen und Bedingungen untersuchen, welche in diesen Regionen gewaltet haben**).

Wie also heutzutage die Meeresfauna nach Maassgabe der geographischen Breite und des Klimas, nach Maassgabe der allgemeinen Ausdehnung und Configuration der einzelnen Meere, nach Maassgabe der Tiefe und Beschaffenheit des Meeresgrundes, nach Maassgabe des mehr pelagischen oder mehr litoralen Charakters der betreffenden Meeresregion, nach Maassgabe der Richtung, Stärke und Temperatur der Meeresströmungen und so mancher anderer Verhältnisse eine mehr oder weniger auffallende Verschiedenheit erkennen lässt, so wird diess auch in früheren Zeiten der Fall gewesen sein; obwohl nicht zu läugnen ist, dass eine oder die andere der genannten Ursachen, und dass namentlich die mächtigste und einflussreichste unter ihnen, nämlich die Temperatur oder das Klima, in den ältesten geologischen Perioden wahrscheinlich nur sehr unbedeutende Verschiedenheiten gezeigt haben dürfte; woraus es auch erklärlich wird, dass sich eine paläontologische Uebereinstimmung der Formationen im Allgemeinen um so auffallender geltend macht, je älter sie sind. Da aber die übrigen geographischen und physikalischen Verschiedenheiten während aller, die klimatischen Verschiedenheiten doch wenigstens während vieler geologischer Perioden einen grösseren oder geringeren Einfluss auf die Beschaffenheit der Meeresfauna ausgeübt haben müssen, so vermögen wir

*) *C'est en effet dans les lois, qui président aujourdhui à la distribution géographique des êtres, qu'on doit logiquement chercher, par comparaison, des lumières sur l'animalisation qui s'est succédée à la surface du globe à toutes les périodes géologiques.* *Alcide d'Orbigny* in *Comptes rendus, t. 19, 1844, p. 1076.*

**) Vergl. *Lyell*, *Manual of elementary Geology, 5. ed. p.* 99 f. so wie die vortrefflichen Betrachtungen über die Gesetze der geographischen Verbreitung der Species, in dessen *Principles of Geology, 7. ed. p.* 586—638.

auch der Folgerung gar nicht auszuweichen, dass die in verschiedenen, von einander entfernten oder getrennten Regionen auftretenden Ablagerungen einer und derselben Formation unmöglich eine absolute und durchgängige Identität ihrer Fossilien zeigen können.

Es lässt sich vielmehr erwarten, dass eine jede grössere Region gewisse ihr eigenthümliche Formen, und ausserdem manche andere Formen enthalten wird, welche theils als wirklich identische, theils aber nur als sehr analoge Species mit denen in anderen Regionen auftretenden Formen zu erkennen sind; dass also die paläontologische Uebereinstimmung einer Formation innerhalb ihrer verschiedenen Bildungsräume keinesweges in einer durchgängigen Identität aller Species, sondern nur in der Identität gewisser (bald vieler bald weniger) Species, in der sehr auffallenden Analogie anderer Species, und in einer gewissen allgemeinen Uebereinstimmung des Totalcharakters ihrer Fauna gesucht werden kann. Daher sind es denn einestheils wirklich isomorphe, anderntheils aber nur homöomorphe Formen oder Species, durch welche sich die Formations-Identität zu erkennen giebt. Im Allgemeinen aber wird die Zahl der wirklich isomorphen oder specifisch identischen Formen um so grösser sein, je näher sich die Bildungsräume liegen, und um so kleiner, je entfernter sie von einander sind, obwohl hierbei auch das Alter der Formationen und, bei nahe liegenden Bildungsräumen, noch der Umstand zu berücksichtigen ist, ob zwischen ihnen eine mehr oder weniger eröffnete Communication, oder eine scharfe Trennung (durch damaliges Festland) Statt fand.

Wenn nun nicht geläugnet werden kann, dass durch alle die erwähnten Umstände die geognostische Bedeutung der Paläontologie einigermaassen geschmälert wird, so bleibt sie dennoch im Gebiete der Sedimentformationen eine so unentbehrliche und meistentheils auch eine so sichere Führerin, dass die Geognosie nur mit ihrer Beihilfe auf den Standpunct gelangt ist, welchen sie gegenwärtig einnimmt. Desungeachtet kann man der Paläontologie nicht eine solche Omnipotenz und Alleinherrschaft zugestehen, wie diess wohl bisweilen geschehen ist; denn die Lagerungs-Verhältnisse werden stets den ersten Rang behaupten, und selbst die petrographischen Verhältnisse dürfen nicht gänzlich hintangesetzt werden*).

Was aber die theilweise Verschiedenheit der Fossilien in gleichzeitigen Ablagerungen betrifft, so sagte schon Greenough in seinen mehrmals citirten Krit. Untersuch. (S. 213 der Uebers.) darüber Folgendes: »Diejenigen, welche behaupten, dass die Formationen allgemein seien, und überall einerlei Versteinerungen producirten, müssen behaupten, dass diese Versteinerungen gleichfalls allgemein

*) Man vergleiche die Bemerkungen von Boué im *Bull. de la soc. géol. t. II. p.* 87 und *t. V, p.* 266, die schöne Abhandlung von Dumont: *Sur la valeur du caractère paléontologique en géologie*, ebendaselbst, 2. *série t. IV, p.* 590, und die *p.* 604 folgenden Reflexionen von Frapolli. In Betreff der Wichtigkeit der Gesteinsablagerungen an und für sich bemerkte Sedgwik: *Organic changes are our surest guides in making out the history of the earth; but they form only a part of our evidence, and the great physical groups of deposits are historical monuments of perhaps equal importance in obtaining any true and intelligible history of the past ages of the earth. Quart. Journ. of the geol. soc. II, p.* 129.

seien; mit andern Worten, dass jeder Theil der Erde zu gleicher Zeit mit denselben Thieren bevölkert gewesen sei, welches nach der Natur dieser Thiere als absurd erscheint; denn haben in der Vorwelt, wie in der jetzigen, verschiedene Thiere verschiedene Gegenden bewohnt, so können die Versteinerungen nicht allgemein sein.« Noch bestimmter erklärte sich De-la-Beche in seiner Abhandlung über die Gegend von la Spezia (*Mém. de la soc. géol. de France, I, 1833, p. 23*) indem er sagt: *Dans nos efforts pour classer les formations au moyen des restes organiques, nous devrions faire plus d'attention aux conditions variées, sous lesquelles les dépôts ont pu se former.* Die Unebenheiten des Meeresgrundes hätten gewiss einen grossen Einfluss ausgeübt; die dadurch bedingten verschiedenen Tiefen und die damit verbundenen Verschiedenheiten des Druckes, der Temperatur und der Helligkeit müssen in früheren Perioden eben so wie jetzt gewirkt haben, und wir können daher nicht erwarten, *à trouver les restes des mêmes animaux marins ensevelis dans toutes les parties d'un dépôt contemporain. La partie du dépôt qui aura été formée sous une eau peu profonde offrira certaines pétrifications, tandis qu'une autre partie en renfermera d'autres très différents.*

Sehr beachtenswerth sind auch die Bemerkungen von Phillips (in dem Buche: *Figures and descriptions of the palaeozoic fossils of Cornwall etc. 1841, p. 161 f.*). Unsere allgemeinen Folgerungen, sagt er, gründen sich zunächst auf gewisse Regionen Europas; wenn wir aber die in einem Districte erkannten Regeln auf andere Districte anwenden wollen, so müssen wir dabei die Ursachen berücksichtigen, welche das organische Leben modificiren. In den Meeren der Jetztwelt finden wir verschiedene Pflanzen und Thiere nach Maassgabe der Temperatur, der Tiefe, der Beschaffenheit des Grundes, der Richtungen der Strömungen, der Verhältnisse der einmündenden Flüsse, und anderer Ursachen. Da nun ähnliche Verschiedenheiten auch in den Meeren der Vorwelt bestanden haben, so können wir auch ähnliche Verschiedenheiten der Fauna in gleichzeitigen Formationen erwarten; und wirklich begegnen wir ihnen selbst in den ältesten Formationen, obwohl diese unter weit gleichartigeren Bedingungen gebildet worden sein mögen, als die jüngeren Formationen. Ueberhaupt also sei der Satz, dass überall zu derselben Zeit dieselben Species gelebt haben, nur in sehr beschränkter Weise anzunehmen; die Species haben jetzt und hatten gewiss auch sonst ihre bestimmten geographischen Centra, von welchen aus sie sich verbreiteten, und so kann eine und dieselbe Species hier früher, dort später aufgekommen sein. Aus diesem Allen folge aber, dass wir aus den organischen Ueberresten nur approximativ auf das Alter der Formationen schliessen können, und dass der Schluss auf die Gleichzeitigkeit zweier Ablagerungen um so sicherer und fehlerfreier sein werde, je grösser die Anzahl der in ihnen vorkommenden Species, und je kleiner ihre Entfernung ist.

Daher gewinnen denn auch diejenigen fossilen Species, welche einen allgemeinen und ausschliesslichen Charakter besitzen, weil sie in allen Gegenden des Vorkommens einer und derselben Formation, und nur innerhalb derselben, also weder in älteren noch in jüngeren Formationen angetroffen werden, einen ganz vorzüglichen Werth für die Geognosie. Man hat sie charakteristische Fossilien, oder, sofern sie Conchylien sind, Leitmuscheln genannt, weil sie die betreffende Formation wesentlich charakterisiren, und als leitende Merkmale bei ihrer Aufsuchung dienen können. Diese Leitfossilien erscheinen auch öfters, aber keineswegs immer, als die häufigeren, d. h. als die in sehr grosser Menge der Individuen vorkommenden Formen; bisweilen treten sie mehr sporadisch auf; aber das Wesentliche ist, dass

sie immer und überall in demselben Schichtensysteme vorkommen, und die Gränzen desselben weder aufwärts noch abwärts überschreiten*).

Wie aber eine jede Formation ihre Leitfossilien hat, so giebt es auch wiederum Leitfossilien für ihre einzelnen Etagen oder Formationsglieder, indem die verschiedenen Fossilien einer und derselben Formation in den verschiedenen Etagen derselben vertheilt und gesondert zu sein pflegen, so dass nur wenige Species durch alle Etagen hindurchgehen.

Dass übrigens auch der Begriff der Leitfossilien einigermaassen abhängig von der geographischen Verbreitung der Formationen ist, und bei sehr entfernten Regionen einer Beschränkung unterliegen kann, darauf hat Dumont aufmerksam gemacht. Bei der Untersuchung der Frage, welche Species eigentlich als charakteristisch für entfernte Ablagerungen derselben Formation gelten können, bemerkt er, dass zuvörderst alle diejenigen auszuschliessen sind, welche zugleich in einer höheren oder in einer tieferen Formation vorkommen, dass also nur die eigenthümlichen Species zu berücksichtigen sind; da nun aber diese theils ein locales, theils ein allgemein verbreitetes Vorkommen zeigen, so werden nur die eigenthümlichen und zugleich allgemein verbreiteten Species als charakteristische zu betrachten sein**). Nun verhalte sich aber die Zahl dieser charakteristischen Species umgekehrt wie die Zahl der untersuchten Localitäten und wie deren Entfernung; oder, mit anderen Worten, sie werde um so kleiner, je mehre und je entferntere Regionen mit einander verglichen werden. Man dürfte daher einmal die Ueberzeugung gewinnen, dass es gar keine Species giebt, welche dieselbe Formation über die ganze Erdoberfläche charakterisirt. Also könne es auch nur innerhalb gewisser geographischen Gränzen charakteristische Species geben, und diese werden von einer grossen Region zu der andern wechseln. (*Bull. de la soc. géol.* 2. *sér. IV*, 590 f.).

§. 261. *Verschiedenheit der Fossilien in verschiedenen Bildungsräumen.*

Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes glauben wir wenigstens einigen von denen in §. 260 hervorgehobenen Momenten eine etwas ausführlichere Erörterung widmen zu müssen. Wir wählen dazu die Verschiedenheiten der organischen Ueberreste nach Maassgabe der horizontalen Entfernung, des verticalen

*) Leopold v. Buch, über den Jura in Deutschland, 1839, S. 16. Unter einer Leitmuschel, sagte Giebel, kann ich nur eine solche verstehen, welche in der Schichtenreihe, zu deren Altersbestimmung sie leiten soll, häufig und ganz beschränkt (d. h ausschliesslich) vorkommt. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, 98. Bisweilen können aber auch minder häufig vorkommende Species als Leitfossilien gelten, wie *Deshayes* bemerkt: *Il nous semble que, pour caractériser une formation, ce n'est pas le fossile le plus commun, qu'il faut chercher exclusivement, mais le plus constant, celui qui se trouve dans ses diverses couches et qui ne dépasse jamais les limites de la formation elle même, qui lui appartienne et n'appartienne qu'à elle. Descr. de coquilles caractérist. des terrains*, 1831, p. 1[illegible] Uebrigens ist das Wort Leitmuschel nicht füglich allgemein anwendbar; denn es erscheint doch zu auffallend, wenn z. B. *Sphärodus gigas, Gyrodus jurensis* und viele andere Dinge die nicht einmal zu den Conchylien gehören, als Leitmuscheln aufgeführt werden.

**) So sagt auch Phillips einmal: *the species, which are most numerous in individuals, and most widely distributed in area, have the greatest vertical range, and may thus on good grounds be esteemed characteristic of the system of strata. Memoirs of the geol survey of Great-Britain, vol. II, I*, 1848, p. 298.

Abstandes und der materiellen Beschaffenheit ihrer Bildungsräume, beschränken uns aber dabei nur auf die Verhältnisse der Mollusken und Korallen.

Die durch klimatische und geographische Verhältnisse bedingte horizontale Verbreitung der Species lässt in verschiedenen, sowohl weit entfernten, als auch nahe bei einander liegenden aber getrennten Bildungsräumen einer und derselben Formation oft nur eine geringe Anzahl von identischen oder gemeinschaftlichen Species erwarten, obgleich die eigenthümliche Fauna eines jeden dieser Bildungsräume durch zahlreiche Species vertreten sein kann.

Die Wahrheit dieser Behauptung wird nicht nur in vielen Fällen (wie wir uns später mehrfach überzeugen werden) durch das genauere paläontologische Studium der Formationen, sondern auch durch die in den jetzigen Meeren obwaltenden Verhältnisse erwiesen.

So ist es z. B. bekannt, dass die Korallen, Mollusken und Fische des Rothen Meeres und des Mittelländischen Meeres ausserordentlich verschieden sind, obgleich beide Meere nur durch die schmale Landenge von Suez getrennt werden; Ehrenberg bemerkt, dass das rothe Meer, in welchem er überhaupt 120 Species von Korallen fand, und der ihm so nahe liegende Theil des Mittelländischen Meeres an der Libyschen Küste nur zwei Species mit einiger Wahrscheinlichkeit gemein haben *). Eben so sind nach Dana die Korallen an den Küsten Westindiens und Ostindiens, ungeachtet der fast gleichen geograph. Breite, so verschieden, dass sich höchstens zwei gemeinschaftliche Species nachweisen lassen, was sogar noch zweifelhaft ist. Das Indische Meer und der grosse Ocean aber, also zwei unmittelbar zusammenhängende und in ihren klimatischen Verhältnissen nur wenig abweichende Meeresregionen, haben von 306 Korallenspecies, die in ihnen überhaupt vorkommen, nur 27 gemeinschaftlich **).

Philippi hat sehr interessante Vergleichungen zwischen der Molluskenfauna Unter-Italiens, also eines Theiles des Mittelländischen Meeres, und anderer Meere angestellt. Die fossilen Ueberreste der Mollusken, sagt er, werden stets die Hauptrolle bei unseren Untersuchungen über das Alter und die Geschichte der Rinde unsers Erdballs spielen, und eine Menge der wichtigsten geologischen Fragen entscheiden. Dass aber hierbei die Kenntniss der geographischen Verbreitung derselben in der jetzigen Periode die einzige sichere Grundlage abgiebt, bedarf wohl keines Beweises. Mit Ausschluss der Pteropoden, Dentalien und Cirripeden finden sich an den Küsten Unter-Italiens und Siciliens 570, an den Küsten Grossbritanniens aber nach Fleming 420 Mollusken, welche sich folgendermaassen gruppiren:

	Grossbritannien	Sicilien	davon gemein
Conchiferen	198	188	84
Brachiopoden	5	10	2
Nackte Gastropoden .	20	54	7
Beschalte Gastropoden	191	313	56
Cephalopoden	7	15	5

Die Conchiferen zeigen also die grösste, die Gastropoden die geringste Uebereinstimmung; dabei bemerkt Philippi, dass gerade die gemeinsten und häufigsten

*) Beiträge zur Kenntniss der Korallenthiere des Rothen Meeres. 1834, S. 376. Die Fische beider Meere sind ganz verschieden, und von Conchylien haben sie nur 26 Species gemein.

**) *Dana in The Amer. Journal of science, 2. series, III, 1847, p. 160 ff.*

Species Grossbritanniens in Italien fehlen oder doch selten sind, und dass sich diess auch umgekehrt so verhält. Aehnliche Resultate ergaben sich aus einer Vergleichung der Meeresfauna Unter-Italiens mit jener der Canarischen Inseln, welche letztere 68 Procent ihrer Bivalven und 46 p. C. ihrer Gastropoden mit der ersteren gemein hat.

Die Fauna des Rothen Meeres hat 23 p. C. ihrer Conchiferen und 18 p. C. ihrer Gastropoden mit Sicilien gemein; auch hier bestätigt sich also die weitere Verbreitung der Conchiferen; für die Fauna des Senegal endlich findet Philippi, unter Zugrundlegung von Adansons Angaben, dass solche 17 p. C. ihrer Conchiferen und 14 p. C. ihrer Gastropoden mit Unter-Italien gemeinschaftlich besitzt. Dagegen hat das Meer an den Küsten Grönlands nur 6 Species, und die Küste Neuhollands, unter 260 von Preiss daher gebrachten Species, nur 10 mit dem Mittelländischen Meere gemein *).

Alcide d'Orbigny führte ähnliche Vergleichungen für die Molluskenfauna Südamerikas durch, wo er acht Jahre mit zoologischen und geologischen Forschungen zugebracht hat. Er fand das sehr merkwürdige Resultat, dass von 362 Species, welche überhaupt an den Küsten Südamerikas leben, 156 nur an der Ostküste, 205 nur an der Westküste vorkommen, während nur eine einzige Species beiden Küsten gemein ist; die meisten Species der Westküste leben auf Felsengrund, die der Ostküste auf Sandgrund. Die allgemeinen Meeresströmungen wirken durch ihre unaufhörliche Thätigkeit darauf hin, diejenigen Species, welche grosse Temperatur-Unterschiede ertragen können, durch viele Breitengrade zu verbreiten, so reichen auf der Seite des Atlantischen Oceans 12 Species durch 19, auf der Seite des grossen Oceans 15 Species durch 22 Breitengrade. Die Maluinen oder Falklandsinseln haben wiederum ihre besondere Molluskenfauna; die Fauna der gemässigten Zone ist zahlreicher, als die der heissen, und jede dieser Zonen hat vier bis sechs mal mehr eigenthümliche, als gemeinschaftliche Species. Von den allgemeinen Resultaten des Verf. heben wir noch folgende hervor:

a) Zwei benachbarte, durch eine nordsüdlich ausgedehnte Landmasse von einander getrennte Meere können eine sehr verschiedene Molluskenfauna haben;

b) In demselben Meere und an derselben Küste können Temperatur-Verschiedenheiten verschiedene Faunen bedingen;

c) Eine Inselgruppe kann eine von dem nahe liegenden Continente sehr verschiedene Fauna haben, wenn eine Meeresströmung dazwischen läuft **).

Endlich mag noch erwähnt werden, dass, nach Dr. Gould in Boston, von [illegible] an der Küste von Massachusets lebenden Species nur 70 mit denen der gegenüberliegenden Küsten Europas identisch sind, während Lyell nur den dritten Th[eil] für völlig gleich zu halten geneigt ist***).

Von besonderem Interesse sind auch die allgemeineren Betrachtungen, wel[che] Dumont über die Abhängigkeit der Verbreitung analoger Faunen nach Zeit [und] Raum von den allgemeinen Temperatur-Verschiedenheiten angestellt hat †). Er

*) Philippi in Erichsons Archiv für Naturgeschichte, X, 1844, S. 28 ff.

**) *Annales des sciences nat. 3. série, III*, 1845, *p.* 193 ff.

***) Lyell, Reisen in Nordamerika, S. 5. Nach neueren Mittheilungen von Agassiz [sind] die Süsswasserfische Nordamerikas durchaus verschieden von denen Europas, daher [keine] einzige Species beiden Erdtheilen gemein ist. Es giebt also, und es gab zu allen Zeiten [ver]schiedene zoologische Provinzen, was auch bei geologischen Untersuchungen zu [be]rücksichtigen ist.

†) *Bull. de la soc. géol. 2. série, t. IV*, 1847. Aehnliche Betrachtungen gab auch [Gi]*rarde, ibid. t. XI*, 1854, *p.* 314 ff. und im Auszuge im Neuen Jahrb. für Min. 1854, S. 6[illegible]

der Ansicht, dass der Organisationstypus weit weniger vom Laufe der Zeiten, als von den äusseren Lebensbedingungen abhängig gewesen sei. Wenn also die Fossilien gewisser Tertiärschichten den Typus der jetzigen Aequatorialformen zeigen, so könnte man, nach blos paläontologischen Kriterien, die neuesten Bildungen der Aequatorialzone für gleich alt mit älteren Tertiärbildungen der gemässigten Zone halten.

Wenn überhaupt die Thiere und Pflanzen sich erst nach einem gewissen Grade der Abkühlung der Erdoberfläche ausbilden konnten, so sei es einleuchtend, dass das Leben sich nicht zugleich auf der ganzen Oberfläche entwickelte, sondern an den Polen begann, und allmälig gegen den Aequator fortschritt, bis auch dort die Bedingungen dieselben geworden waren, wie anfangs an den Polen. Bezeichnen wir nun ähnliche Generationen allgemein mit denselben Buchstaben, und die Reihe der successiven Generationen

der Polarzone mit $A \; B \; C \; . \, . \; Z$
der gemässigten Zone mit $A' \; B' \; C' \; . \, . \, . \; Z'$
der Aequatorialzone mit $A'' \; B'' \; C'' \; . \; . \; Z''$

so haben sich offenbar diese drei Reihen nicht gleichzeitig, sondern etwas nach einander entwickelt; denn während z. B. in der Polarzone die Generation des Typus A lebte, war in der gemässigten und heissen Zone noch gar kein Leben möglich, u. s. w. Obgleich sich also die organischen Wesen unter allen Zonen nach denselben allgemeinen Gesetzen gefolgt sind, obgleich der Entwickelungsgang nirgends ein entgegengesetzter gewesen ist, so mussten dennoch die gleichzeitig in verschiedenen Zonen neben einander existirenden Faunen und Floren verschieden sein. Als in der gemässigten Zone das Leben erst begann, hatte es in der Polarzone schon eine andere Gestalt gewonnen, weil die Temperatur gesunken war. Die analogen Generationen werden also in verschiedenen Zonen nicht gleichzeitig, sondern successiv gelebt haben. — Wenn demnach die ältesten Fossilien A, A', A'', die wir aus verschiedenen Zonen kennen, einen analogen Formentypus zeigen, so ist diess eine Folge nicht ihrer Gleichzeitigkeit, sondern der Gleichartigkeit der Bedingungen, unter denen sie sich entwickelten. Dasselbe gilt für die nächstfolgenden Organisationstypen, und endlich auch für den Typus X, X', X'', welcher unserer jetzigen Aequatorialtemperatur entspricht, und daher in der gemässigten Zone schon lange verschwunden ist. Ueberhaupt folgert Dumont aus diesen Betrachtungen:

1) dass analoge Thierformen zu verschiedenen Zeiten gelebt haben;
2) dass die Reihe der organischen Wesen unter verschiedenen Breiten zu verschiedenen Zeiten, aber mit analogen Formen begonnen haben möge; und
3) dass wie jetzt, so auch ehemals verschiedene Zonen verschiedene Organismen beherbergten.

…iederschläge einer wärmeren Gegend aus späterer Zeit können dieselben Ueberreste enthalten, welche in denen kälterer Gegenden schon früher verschwunden sind«, … Bronn in der ersten Ausgabe der Lethäa, S. 793. Junghuhn setzt diese Worte …er Betrachtung der Fossilien der tertiären Formationen der Insel Java als Motto voraus, … allerdings eine Bestätigung zu finden scheinen, weil in den dortigen tertiären Kalk…en Species von *Sarcinula*, *Agaricia*, *Favosites* und *Calamopora*, also von solchen Ge…echtern vorkommen, welche in kälteren Zonen während der Tertiärzeit schon längst …estorben waren. Java, III, S. 94. Karl Mayer hat dieselbe Idee in seiner Abhandlung … die Classification der Tertiärgebilde Europas mit zu Grunde gelegt. Verhandl. der allg. …weiz. Ges. für die ges. Naturw. bei ihrer Versammlung in Trogen, 1857, S. 165 ff.

§. 262. *Fortsetzung.*

Die den verschiedenen Lebensbedingungen entsprechende Vertheilung der Species in verticaler Richtung lässt selbst innerhalb eines und desselben Bildungsraums für ein und dasselbe Schichtensystem eine Verschiedenheit der Species erwarten.

Die meisten Species der im Meere lebenden Thiere, und insbesondere der Polypen, Mollusken und Echinodermen sind an bestimmte Tiefen gebunden, innerhalb welcher sie vorzugsweise gedeihen und zu einer zahlreichen und kräftigen Entwickelung ihrer Individuen gelangen können, während sie oberhalb und unterhalb dieser Tiefen nur ein kümmerliches Dasein zu fristen, und in noch grösseren Abständen gar nicht mehr zu leben vermögen. Diess ist auch sehr begreiflich, wenn man bedenkt, wie verschiedene Verhältnisse des Druckes, der Helligkeit und der Temperatur in den verschiedenen Meerestiefen herrschen, und welchen wesentlichen Einfluss die grösseren Verschiedenheiten dieser drei Lebensbedingungen auf verschiedene Organismen ausüben müssen. In sehr grossen Meerestiefen, wo völlige Dunkelheit und eine sehr niedrige Temperatur herrschen, da scheint alles organische Leben aufzuhören; in jeder geringeren Tiefe aber können sich vorzugsweise nur gewisse Species, Geschlechter und Familien einer gedeihlichen Entwickelung erfreuen, da nur wenigen Species ein bedeutender Spielraum in verticaler Richtung vergönnt ist. Wie diess heutzutage der Fall ist, so wird es auch während aller früheren Perioden mehr oder weniger der Fall gewesen sein.

Denken wir uns also zu irgend einer Zeit ein Meeresbassin, auf dessen Grunde Sedimentschichten abgesetzt werden, so werden sich diese Schichten in den mittlern und tiefsten Regionen des Bassins vielleicht viele tausend Fuss tief ablagern, während sie nach den Rändern desselben allmälig heraufsteigen, und endlich auf ganz seichtem Meeresgrunde zum Absatz gelangen. Es ist nun geradezu unmöglich, dass die Schichten des so gebildeten Schichtensystems in ihrer ganzen Ausdehnung dieselben Species und überhaupt einen gleichen Reichthum von organischen Ueberresten umschliessen können; vielmehr lässt sich erwarten, dass sie in der Mitte entweder ganz frei von solchen Ueberresten sind, oder doch nur einzelne, zufällig herbeigeschwemmte oder hinabgesunkene Thierreste umschliessen, während sie weiter auswärts und aufwärts von mehr oder weniger zahlreichen aber, nach Maassgabe der verschiedenen Bildungstiefe, theilweise verschiedenen Species erfüllt sein werden, welche Verschiedenheit sich sogar auf ganze Geschlechter und Familien erstrecken kann.

Dass sich diess in den jetzigen Meeren wirklich so verhält, dafür haben namentlich die schönen Untersuchungen von Edward Forbes die Beweise geliefert. Eine schon lange erwiesene Thatsache ist es, dass diejenigen gesellig lebenden Polypen, welche als die eigentlichen Erbauer der Korallenriffe und Koralleninseln zu betrachten sind, und deren vorweltliche Geschlechter daher die Korallenkalksteine der verschiedenen Formationen geliefert haben, nur bis zu der Tiefe

von 20 Faden oder 120 Fuss einer kräftigen und üppigen Entwickelung fähig sind, obwohl andere, in mehr isolirten Individuen auftretende Korallen (wie z. B. die Caryophyllien) bis zu 200 Faden Tiefe vorkommen, und noch andere sogar noch tiefer hinabreichen *). Wenn also in irgend einem Meere von stabilem Grunde Korallenriffe gebildet werden, so kann solches wohl nur in Tiefen bis zu höchstens 200 Fuss der Fall sein; weiter hinaus werden die Korallenriffe verschwinden und anderen Organismen Platz machen. Die Korallenriffe und Koralleninseln werden nur dann zu Mächtigkeiten von vielen hundert Fuss anwachsen können, wenn der Meeresgrund ganz allmäligen säcularen Senkungen unterworfen ist, durch welche immer neuere Generationen eine angemessene Bildungstiefe vorfinden werden, um sich auf dem von den älteren Generationen gebildeten Grunde anzubauen; (I, 261). Die Anwendung dieses Gesetzes auf die vorweltlichen Sedimentschichten ergiebt sich von selbst; und es ist wohl auch hieraus das gewöhnlich nur strichweise und fleckweise Auftreten der Korallenkalksteine zu erklären.

Im Jahre 1844 bemerkte Wilhelm Fuchs, in seiner schätzbaren Schrift über die Venetianer Alpen (Solothurn 1844, S. 43 f.): man habe zwar die Petrefacten zu Repräsentanten der organischen Formen ihres Zeitalters gemacht, indem man jeder Periode bestimmte Formen anwies; er könne jedoch dieser Folgerung nicht unbedingt beipflichten, und halte es nicht für unmöglich, dass, gleichwie auf dem Lande in bestimmten Höhen über, so auch im Meere in verschiedenen Tiefen unter dem Meeresspiegel verschiedene Thiere und Pflanzen lebten, und dass jene organischen Ueberreste nicht sowohl die Repräsentanten der Zeit, als vielmehr die der Höhe seien, in welcher die Ablagerung der Schichten erfolgte. Wie nach und nach die Schichten dem Meeresspiegel näher rückten, verschwanden diejenigen Wesen, deren Dasein an tieferes Wasser gebannt war, und andere traten an ihre Stelle, um wieder bei noch mehr erhöhtem Meeresgrunde neuen Formen Platz zu machen, während in tieferen Regionen die früheren Organismen nach wie vor lebten. Wo nun plötzliche und gewaltsame Erhebungen oder Senkungen des Meeresgrundes Statt fanden, da mussten die tiefer lebenden Organismen mit hinauf gehoben, oder die höher lebenden mit hinab gesenkt werden, und sich dann mit anderen, fremdartigen Organismen vermengen.

Diese, zum grossen Theile sehr wahre Bemerkung, aus welcher Fuchs das anomale Durcheinander-Vorkommen der Fossilien in gewissen Alpinischen Sedimentschichten zu erklären versuchte, wurde in demselben Jahre durch die vortreffliche Abhandlung von Edward Forbes: *On the light thrown on Geology by submarine researches* (in *The Edinb. new phil. Journal, vol.* 36, 1844, *p.* 318 ff.) ihrem wesentlichen Inhalte nach bestätigt**). Forbes hatte sich in den Meeren Grossbritanniens und dann im Aegäischen Meere mit sehr genauen Untersuchungen über die Vertheilung der marinen Organismen beschäftigt, und war dadurch zu folgenden, für die Geognosie äusserst wichtigen Resultaten gelangt:

1) Die Thiere und Pflanzen sind nicht ohne Unterschied auf dem Meeresgrunde vertheilt, sondern gewisse Species leben in gewissen Tie-

---

*) Nach Stockes findet sich z. B. *Primnoa lepadifera* an den Küsten Norwegens bis zu 1400 F. Tiefe, und J. Ross fand an den Küsten von Victorialand Species von Retepora, Hornera, Primnoa, Melitaea und Madrepora in 1600 bis 1800 F. Tiefe. Auch hat Forbes an den Küsten Grossbritanniens eine Tiefsee-Korallenzone zwischen 300 und 600 F. Tiefe nachgewiesen.

**) Die ersten hierher gehörigen Mittheilungen von Forbes datiren sich vom Jahre 1842; übrigens hatte De-la-Beche schon im Jahre 1834, in seinen *Researches in theoretical Geology* auf die verschiedenen Gesetze der Vertheilung der Mollusken aufmerksam gemacht, und solche durch eine von Broderip entworfene Tabelle erläutert.

fen, so dass der Meeresgrund eine Reihe von Zonen bildet, welche mit verschiedenen Thieren belebt sind.

Der Verf. unterscheidet zuvörderst die zwischen Fluth und Ebbe enthaltene, bis 2 Faden tiefe, und an organischem Leben besonders reiche Litoralzone, welche, überall auf ähnliche Weise durch bestimmte Organismen charakterisirt, von ihm an den Englischen und Griechischen, von Audouin und Milne-Edwards an den Französischen, von Sars an den Norwegischen Küsten nachgewiesen worden ist. Unter ihr folgt in den Britischen Meeren die von 2 bis 10 Faden Tiefe reichende Zone der Laminarien, mit ganzen Wäldern breitblättriger Tange und vielen nackten Mollusken. Getrennt von ihr durch eine Zone von Schlamm oder Geröll, in welcher viele Bivalven leben, folgt von 20 bis 40 Faden Tiefe die Zone der Corallinen, voll schöner Zoophyten und mit vielen Species von Mollusken und Crustaceen, insbesondere auch mit den grossen Bänken monomyarer Conchiferen, welche in der Nordsee vorkommen. Darunter folgt eine noch wenig erforschte Region, in welcher massige Korallen und Brachiopoden leben*).

In den östlichen Theilen des Mittelländischen Meeres hat Forbes seine Untersuchungen bis zu 230 Faden Tiefe ausgedehnt und acht wohl abgegränzte Zonen (abwärts bis zu 2, 10, 20, 35, 55, 75, 105 und 230 Faden) nachgewiesen. In den erhobenen Schichten der Tertiärformationen sowie in der Kreideformation finden sich ebenfalls dergleichen Zonen, und unzweifelhaft hat die Tiefe zu allen Zeiten den wichtigsten Einfluss auf die Vertheilung des thierischen Lebens im Meere ausgeübt.

2) Die Anzahl der Species ist viel kleiner in den tieferen, als in den höheren Zonen; die Pflanzen verschwinden unterhalb einer gewissen Tiefe, und die Verminderung der Thierspecies verweist auf einen Nullpunct in nicht gar zu grosser Entfernung.

Im Aegäischen Meere hören die Pflanzen bei 100 Faden auf, und die achte Zone zeigt in ihrem untersten Theile nur noch 8 Species Mollusken, während die Litoralzone über 150 Species enthält, so dass vielleicht bei 300 Faden das thierische Leben verschwindet. Der Nullpunkt desselben liegt im Meere tiefer, als der des vegetabilischen Lebens; seine geologische Bedeutung ist aber einleuchtend; denn alle unter diesem Nullpuncte gebildeten Schichten werden ganz leer oder sehr arm an organischen Ueberresten sein. Da nun der grösste Theil des Meeresgrundes tiefer als der Nullpunct des organischen Lebens liegt, so werden sich auch die meisten Schichten frei von Fossilien erweisen. Die Abwesenheit von organischen Ueberresten beweist daher nicht sowohl eine Bildung vor dem Dasein organischer Wesen, als vielmehr nur eine Bildung in sehr tiefem Meeresgrunde. Diess mag z. B. mit den mächtigen und fast ganz fossilfreien Schichtensystemen der Scaglia in Süd-Europa, und eben so mit dem alten Schiefergebirge der Fall gewesen sein.

3) Die Anzahl derjenigen Organismen, welche auch einem kälteren Klima angehören, ist nicht in allen Tiefenzonen dieselbe, sondern sie nimmt mit der Tiefe zu. Die Lebenswelt der Litoralzone ist es, welche das Klima der betreffenden Gegend charakterisirt; in den tieferen Zonen dagegen erscheinen solche Species, welche die Litoralzone in höheren geographischen Breiten zu führen pflegt**). Die Aequivalente der den b...

---

*) Vergl. auch des Verf. Abhandlung: *On the geological relations of the existing fauna ... the British Isles*, im ersten Bande der *Memoirs of the Geol. Survey of Great Britain*.

**) Diess bestätigt auch Loven für die Küsten Scandinaviens. So wie die Englisch... Species im Mittelländischen Meere gleichfalls vorkommen, jedoch in grösserer Tiefe.

beren Breitengraden entsprechenden Formen treten daher in den tieferen Regionen des Meeres auf, wie diess mit der Pflanzenwelt des Landes umgekehrt der Fall ist, wo sie in den höheren Regionen zu finden sind *). Dieses schon früher von De-la-Beche hervorgehobene Verhältniss ist äusserst wichtig für die Geognosie, und muss uns warnen, aus dem klimatischen Charakter der Fossilien keine Folgerungen zu ziehen, ohne dabei auf die Tiefen Rücksicht zu nehmen.

4) Nicht alle Arten des Meeresgrundes sind gleich geeignet zur Unterhaltung des thierischen und pflanzlichen Lebens.

In allen Zonen findet man gewisse mehr oder weniger unbelebte Regionen, welche gewöhnlich aus Sand oder Schlamm bestehen, und nur von wenigen weichen, der Erhaltung unfähigen Thieren bewohnt werden, obgleich manche derselben reich an Würmern und Fischen sind. Hieraus erklärt sich die Armuth vieler Sandsteinbildungen an Fossilien.

5) Die aus Meeresthieren gebildeten Bänke oder Schichten haben bestimmte Gränzen ihrer Mächtigkeit. Jede Species prosperirt am meisten in einer gewissen Meerestiefe; sie kann also dadurch aussterben, dass sie durch Anhäufung ihrer selbst die obere Gränze dieser Tiefe erreicht. Dann können sich aber andere Species ansiedeln; oder es kann, wenn der Meeresgrund sinkt, abermals eine Bank derselben Species entstehen, nachdem vielleicht in der Zwischenzeit nur Schlamm oder Sand abgesetzt wurde. Diess erklärt den Wechsel fossilreicher und fossilfreier Schichten, wie denn überhaupt die Niveau-Aenderungen des Meeresgrundes auf alle diese Verhältnisse den grössten Einfluss ausüben müssen.

6) Diejenigen Species, welche durch viele Zonen hindurchgehen oder am weitesten in die Tiefe hinabreichen, haben auch eine grosse horizontale Verbreitung, weil sie natürlich bei sehr verschiedenen Temperaturen bestehen können und daher unabhängiger von den Aenderungen des Klimas sind, als andere Species. Hieraus folgt auch der schon früher von Verneuil und d'Archiac aufgestellte Satz **), dass solche Species, welche ein sehr grosses Verbreitungsgebiet haben, auch durch mehre successive Perioden fortleben, und daher in verschiedenen Formationen vorkommen können.

7) Die Mollusken wandern in ihrem Larvenzustande, und sterben dann ab, sobald sie bei ihrer weiteren Entwickelung nicht die ihnen ent-

---

finden sich an den Küsten von Bohuslän in 80 Faden Tiefe dieselben Species, welche in Finnmarken nur 20 Faden tief leben. *L'Institut, Nr.* 600, 1845, *p.* 236.

*) Spratt hat neuerdings gezeigt, wie die verschiedene Vertheilung der Organismen in der Tiefe wesentlich durch die Temperatur bestimmt wird. Im Aegäischen Meere sind die Mitteltemperaturen der 6 oberen von Forbes bestimmten Zonen während des Sommers 30°, 23°, 20°, 16,6° und 13,3° C. So ist also in den verschiedenen Meerestiefen das Klima der verschiedenen Breitengrade gegeben. Die Verschiedenheiten des Druckes scheinen dagegen einen geringeren Einfluss auszuüben, als man gewöhnlich glaubt. Die grösste Tiefe, bis zu welcher Spratt noch Thiere antraf, betrug 390 Faden, doch glaubt er im Mittel 300 Faden als die Gränze der zahlreicheren Bevölkerung annehmen zu können. Belcher bestätigt die Richtigkeit der Temperatur-Angaben von Spratt, und bemerkt, dass der Schlammgrund des Meeres stets die Temperatur der aufliegenden Wasserschicht besitzt. *Athenaeum* Nr. 1088.

**) *Bull. de la soc. géol. t.* 13, 1842, *p.* 260, auch 2. *série, t.* 2, 1845 *p.* 482, und *Trans. of the geol. soc.* 2. *series VI, p.* 385.

sprechende Tiefenzone erreicht haben. Dieses Wandern der Mollusken, auf welches der Verf. schon 1840 aufmerksam machte, ist eine sehr wichtige Thatsache, kommt aber nur in ganz jugendlichem Alter vor. Alle Mollusken erleiden nämlich eine Metamorphose, meist ausser dem Eie. So scheinen z. B. alle Gastropoden ihr Dasein fast in derselben Form zu beginnen, als eine sehr einfache Spiralconchylie, in welcher sich das Thier mit zwei Schwimmflossen vorwärts bewegt. Sie sind dann gewissermaassen wie Pteropoden zu betrachten, und in dieser Form wandern sie; auch mögen oft die Eier von den Wellen in ungeheurer Menge weit fortgeschwemmt werden. Haben sie nun, wenn der Zeitpunct ihrer weiteren Metamorphose gekommen ist, den passenden Meeresgrund erreicht, so gedeihen sie; wo nicht, so vergehen sie; und so mögen alljährlich Millionen und Millionen von junger Brut umkommen*).

Auch William Rhind theilt interessante Betrachtungen mit, welche sich unmittelbar an die Resultate von Forbes anschliessen (*The Edinb. new philos. Journ. vol.* 36, 1844, *p.* 327). Die obersten Etagen des Meeres seien erfüllt mit Leben; aber wie in der Atmosphäre aufwärts, so gebe es im Meere abwärts eine Gränze, jenseits welcher keine Pflanze und kein Thier mehr gedeiht. Diese Gränze werde nicht nur durch die Verminderung der Temperatur, sondern auch durch den Mangel des Lichtes und der atmosphärischen Luft sowie durch den Druck bestimmt. Zwar kenne man noch nicht genau ihre Tiefe, aber ihre Existenz sei ausser allem Zweifel gestellt, da die Sondirungen aus grossen Meerestiefen nur Schlamm und Steine, aber keine Spur von organischen Körpern liefern. Der Meeresgrund verhalte sich also abwärts, wie ein in den Tropenländern gelegenes Gebirge aufwärts, d. h. er ist in Zonen verschiedener Temperatur getheilt, welchen verschiedene Pflanzen- und Thierformen entsprechen, bis endlich alles Leben aufhört.

Diess finde seine unmittelbare Anwendung auf die sedimentären Formationen. Man begreife nun, warum organische Ueberreste in den oberen Schichten einer Formation oft reichlich vorkommen, während solche in den tieferen Schichten immer seltener werden und endlich ganz verschwinden. Die sogenannte primäre Schieferformation könne daher recht wohl zu derselben Zeit in sehr grossen Tiefen des Oceans abgesetzt worden sein, zu welcher sich im seichten Meere die Lias- und Juraformation bildete, u. s. w. Mit dieser letzten Bemerkung, sowie mit einigen anderen Folgerungen des Verf. können wir uns jedoch nicht einverstanden erklären.

Einen sehr wesentlichen Einfluss auf die specifische Verschiedenheit der Fossilien übte auch die materielle Beschaffenheit des Meeresgrundes aus, welche sich uns in der petrographischen Natur der betreffenden Schichten zu erkennen giebt. Auf felsigem Grunde leben andere Species, als auf Geröll- oder Sandgrund, und dieser beherbergt wieder andere Species, als wie sie im Schlammgrunde vorkommen, bei welchem es abermals Verschiedenheiten zur Folge hat, je nachdem er von thonigem oder kalkigem Schlamme gebildet wird. Daher verschliesst denn auch eine und dieselbe Formation in ihren petro-

*) Mit dieser von Forbes hervorgehobenen Thatsache des Wanderns vieler Mollusken im Larvenzustande und des weiten Fortschwimmens der Eier anderer Thiere möchte wohl auch das Vorkommen von isolirten Colonieen gewisser organischer Ueberreste mitten in dem Gebiete anderer Formen im Zusammenhange stehen, auf welches Barrande in der *Esquisse géologique* zu seinem Werke über die Fossilien der Böhmischen Silurformation (p. 79) die Aufmerksamkeit gelenkt hat.

graphisch verschiedenen Etagen oder Gliedern oft ganz verschiedene Fossilien, und ihre Kalksteine, Sandsteine, Thone und Schieferthone werden als verschiedene **Gesteine** auch mehr oder weniger durch verschiedene organische Ueberreste charakterisirt.

Dass endlich auch Aenderungen in der Beschaffenheit des Meerwassers gewisse Modificationen der Fauna und Flora nach sich ziehen mussten, diess ist begreiflich. Wenn also durch einbrechende Landgewässer das Meerwasser brakisch gemacht oder auch ganz zurückgedrängt wurde, so wird an die Stelle der marinen Fauna entweder eine gemischte, oder sogar eine Süsswasserfauna getreten sein. Wenn irgendwo auf dem Meeresgrunde Exhalationen von Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff eintraten, so wurden die dort vorhandenen Thiere getödtet, ohne dass sich andere an ihrer Stelle entwickeln konnten, so lange jene Exhalationen fortdauerten.

Bei dieser Gelegenheit mag auch an die Umstände erinnert werden, welche eintreten mussten, wenn irgend eine grössere Region des Landes rasch unter den Meeresspiegel submergirt wurde. Als erstes Ereigniss wird wohl eine ungewöhnlich starke Zuschwemmung von allerlei Gesteinsschutt durch die, in Folge der Senkung gesteigerte Fallthätigkeit der Landgewässer vorausgesetzt werden können. Die Fauna des Meeres wird sich aber keinesweges **sogleich** mit der ganzen Mannichfaltigkeit ihrer Species auf dem submergirten Grunde verbreitet haben; vielmehr werden die Species nach Maassgabe ihrer grösseren oder geringeren **Beweglichkeit** früher oder später eingewandert sein, um von dem neuen Gebiete Besitz zu nehmen; also erst die Fische, die Crustaceen und die schwimmenden Mollusken, dann die Echinodermen, und zuletzt die sessilen Mollusken und Korallen; wobei natürlich der Wogengang und die Fluth durch Zuschwemmung von Eiern und junger Brut die Verbreitung der minder beweglichen oder völlig sessilen Species unterstützt oder ermöglicht haben werden. Daher sind es bisweilen fast nur Ueberreste von Fischen, welche wir in den ersten Schichten eines neu gebildeten Meeresgrundes antreffen; (Kupferschiefer Thüringens).

§. 263. *Verschiedene Facies der Sedimentformationen; stellenweise Auskeilung und Unterdrückung ihrer Glieder.*

Aus allen vorhergehenden Betrachtungen ergiebt sich, dass eine und dieselbe Sedimentformation nicht nur innerhalb **verschiedener** Bildungsräume, sondern sogar innerhalb **eines und desselben** Bildungsraumes oder Bassins in sehr **verschiedenem Habitus** ausgebildet sein kann, und zwar sowohl in petrographischer als auch in paläontologischer Hinsicht, sowohl in horizontaler als in verticaler Richtung*).

Da nämlich das Material der Sedimentschichten theils durch Flüsse herbeigeschwemmt, theils von organischen Körpern geliefert, theils auch (zumal kohlensaurer Kalk) durch chemischen Niederschlag gebildet wurde, so be-

---

*) Sehr gute hierher gehörige Bemerkungen gab auch **Fraas**, in der Einleitung zu seiner Vergleichung der teutschen, französischen und englischen Juraformation; Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 139—142.

greift man, welche grosse petrographische Verschiedenheiten selbst in den gleichzeitig entstandenen Schichten einer und derselben Formation Statt finden können. Während z. B. an einem Theile des Bassinrandes Gerölle und gröberer Gesteinsschutt abgesetzt wurden, kann in einem anderen Theile Sand, in einem noch anderen Theile Thon oder Kalkschlamm zum Absatze gelangt sein, so dass ein und dasselbe Schichtensystem, welches hier als Conglomerat erscheint, anderswo als Sandstein oder als Schieferthon, und in noch grösserer Entfernung als Mergel oder als Kalkstein ausgebildet sein, und daher in verschiedenen Regionen einen sehr verschiedenen petrographischen Habitus zeigen kann; was wesentlich von den mancherlei Ursachen und Umständen abhängen wird, durch welche, und unter welchen in einer jeden Region das vorwaltende Material geliefert worden ist.

Da nun auch die organischen Ueberreste, nach Maassgabe der horizontalen Ausdehnung und der wechselnden Tiefe des Bassins, so wie nach Maassgabe der materiellen Beschaffenheit seines Grundes nicht nur specifische und generische Verschiedenheiten, sondern auch Verschiedenheiten in Bezug auf ihre grössere oder geringere Frequenz, in Bezug auf ihr geselliges oder sporadisches Vorkommen zeigen werden, so begreift man, dass eine und dieselbe Sedimentformation in verschiedenen Theilen ihres Verbreitungsgebietes auch einen sehr verschiedenen paläontologischen Habitus entfalten kann.

Diese Verschiedenheiten des Habitus in petrographischer und paläontologischer Hinsicht sind es, welche zum Theil schon durch die von Constant Prevost*) eingeführten Ausdrücke des pelagischen, litoralen und fluviomarinen Habitus bezeichnet werden, während gleichzeitig Gressly das Wort Facies vorgeschlagen hat, um nicht nur diese, sondern auch noch andere, speciellere Verschiedenheiten des Habitus auszudrücken.

Gressly unterscheidet in der ersten Hälfte seiner trefflichen Abhandlung: *Observations géologiques sur le Jura Soleurois*, welche 1838 im 2. Bande der Neuen Denkschriften der Schweizerischen Gesellschaft für die gesammte Naturwissenschaft (oder der *Nouveaux Mémoires de la société helvétique des sc. nat.*) erschienen ist, nicht nur im Allgemeinen eine litorale, subpelagische, pelagische und oceanische Facies (*facies ou aspect de terrain*), sondern auch noch besonders im Gebiete der ersteren *le facies corallien*, *le facies vaseux*, *le facies subvaseux*, und im Gebiete der zweiten *le facies de charriage*, *le facies à polypiers spongieux* u. s. w.; Unterscheidungen, welche auch Marcou in seiner Schilderung der Juraformation und Neocombildung bei Salins geltend macht, und welche in der That eine wesentliche Berücksichtigung erheischen, daher sie auch immer mehr Eingang finden.

Ein mit diesen verschiedenen Facies der Formationen und Formationsglieder nahe verwandter Gegenstand ist die verschiedene Mächtigkeit, in welcher sie in verschiedenen Regionen ihres Verbreitungsgebietes zur Ausbildung gelangt sind. Eine und dieselbe Formation, so wie eine und dieselbe Etage derselben kann nämlich hier mehre hundert Fuss mächtig auftreten

*) *Bull. de la soc. géol. t. 9, 1838, p. 90 f.*

während sie vielleicht anderswo bis zu einigen tausend Fuss Mächtigkeit anschwillt, und dagegen in noch anderen Regionen weit unter hundert Fuss Mächtigkeit herabsinkt. Diese schwankenden Mächtigkeits-Verhältnisse waren besonders in den Verhältnissen der Zuschwemmung ihres Materials begründet, indem z. B. ein klastisches Sediment um so weniger mächtig abgesetzt sein wird, je weiter von dem Ursprunge der Zuschwemmung sein Absatz erfolgte; auch übte der Unterschied der litoralen, pelagischen und oceanischen Bildungsregionen einen mehr oder weniger grossen Einfluss auf die Mächtigkeit der Absätze aus.

Uebrigens hängt auch hiermit die gar nicht selten vorkommende Erscheinung zusammen, dass ganze Etagen oder Formationsglieder nach gewissen Richtungen zu einer vollständigen Auskeilung (I, 462) gelangen, dass also eine und dieselbe Formation innerhalb ihres Verbreitungsgebietes bald eine grössere, bald eine geringere Anzahl von Formationsgliedern enthalten kann.

Der obere Grünsand, ein Glied der Englischen Kreideformation, welcher auf der Insel Wight fast 400 Fuss mächtig ansteht, ist östlich von Folkstone nur 44 F. mächtig, und weiter landeinwärts blos in schwachen Spuren vorhanden (*Fitton, Bull. de la soc. géol. 2. série, I, p. 444*). Die von Jukes und Salter unter dem Namen Coomhola-Grit aufgeführte Sandsteinbildung Irlands, welche der unteren Etage der Kohlenformation angehört, ist an ihrem östlichen Ende nur 50 bis 60, an ihrem westlichen Ende bis 5000 Fuss mächtig. Der Muschelkalk, dieses mittlere Glied der Triasformation, erlangt im südwestlichen und centralen Teutschland de bedeutende Mächtigkeit von 1000 F. und darüber, wird aber nach Nordwesten immer schmäler, zerschlägt sich bei Ibbenbühren in drei oder vier, etwa 20 bis 30 F. mächtige und mit bunten Mergeln wechselnde Lager, und keilt sich weiterhin so vollständig aus, dass er in England gar nicht mehr nachzuweisen ist. (Hoffmann, in Karstens Archiv für Bergbau und Hüttenkunde, XII, S. 304). In den paläozoischen Formationen Nordamerikas findet ganz allgemein das Gesetz Statt, dass die aus Kalkstein bestehenden Etagen von Osten nach Westen immer mächtiger werden, während die von Sandstein und Schiefer gebildeten Etagen in derselben Richtung an Mächtigkeit abnehmen und endlich verschwinden, so dass die ganze Formationsgruppe in den westlichen Staaten aus viel wenigeren Gliedern besteht, als im Staate Neu-York. (*Verneuil, Bulletin de la soc. géol. 2. série, IV, p. 668*).

Dieses Ausfallen oder diese Unterdrückung ganzer Formationsglieder kann aber auch in anderer Weise durch eine ganz andere Ursache, nämlich durch das verschiedenzeitige Eintreten der Submersion und Emersion der verschiedenen Bildungsräume hervorgebracht werden. Wenn z. B. eine Formation in denjenigen Regionen, wo sie in ihrer ganzen Vollständigkeit zur Ausbildung gebracht ist, aus vier Etagen *a*, *b*, *c* und *d* besteht, so kann und wird es oft der Fall gewesen sein, dass irgend andere Regionen erst nach Ablauf desjenigen Zeitraumes zur Submersion gelangten, während dessen die Etage *a* gebildet worden war; in solchen Regionen wird also diese untere Etage gar nicht vorhanden sein, und die ganze Formation sogleich mit der Etage *b* beginnen. Noch andere Regionen können nach der Bildung der dritten Etage *c* zur Emersion gelangt sein, so dass in ihren Bereichen die

Bildung der vierten Etage *d* unmöglich war, und die ganze Formation mit der Etage *c* zu Ende geht. Wie es also nach §. 257 (S. 18 f.) durch die wechselnden Verhältnisse der Submersion und Emersion herbeigeführt wird, dass die vollständige Reihe aller Sedimentformationen in keiner Gegend vorausgesetzt werden kann, so wird auch durch dieselben Verhältnisse die Ausbildung bald dieses bald jenes Gliedes einer jeden einzelnen Formation in der einen oder in der andern Gegend unmöglich gemacht worden sein.

Wo die Kreideformation in ihrer ganzen Vollständigkeit existirt, wie z. B. in England, da besteht sie aus vier grossen Haupt-Etagen, nämlich aus der Neocombildung, dem Gault, dem oberen Grünsande und der Kreide, oder deren Aequivalenten. In Sachsen und Böhmen fehlen nun die beiden ersteren Etagen durchaus, während die beiden letzteren vorhanden sind; man kann diess kaum anders erklären, als durch die Annahme, dass die betreffenden Gegenden Teutschlands später zur Submersion gelangten, zu einer Zeit, als bereits in anderen Gegenden die Neocomschichten und der Gault gebildet waren.

§. 264. *Uebersicht der Sedimentformationen nach ihrer Lagerungsfolge und ihren Fossilien.*

Die älteste unter allen Sedimentformationen, welche noch heutzutage in vielen ihrer Glieder die Merkmale einer sedimentären Entstehungsweise ganz entschieden an der Stirn trägt, obwohl sie in anderen Gliedern als eine kryptogene, krystallinische oder semikrystallinische Bildung erscheint, ist die alte Schieferformation; ein oft sehr mächtiges, vorwaltend aus Thonschiefer oder ähnlichen schieferigen Gesteinen bestehendes Schichtensystem, welches in seinem petrographischen Habitus zwischen Glimmerschiefer und Grauwackenschiefer, zwischen krystallinischem und klastischem Wesen schwankt, und bald dem einen, bald dem andern dieser Extreme näher steht. Ueberall, wo sie unter den neueren Formationen zu Tage austritt, erscheint sie mit ähnlichen Eigenschaften, und noch nirgends hat sie bis jetzt Spuren organischer Ueberreste erkennen lassen. Sie mag daher durch einen sehr allgemeinen, überall unter ähnlichen Bedingungen eingeleiteten, und auf die Bearbeitung ähnlichen Materiales gerichteten Process gebildet worden sein. Ihre Bildungsperiode aber muss in jene älteste Vorzeit fallen, da die Bedingungen zum Bestehen organischer Wesen noch gar nicht vorhanden waren. Sie ist die einzige fossilfreie oder prozoische Formation, welche sich auch in ihrer gegenwärtigen Erscheinungsweise wenigstens zum Theil noch wirklich als eine Sedimentformation erkennen lässt, und kann füglich unter dem Namen Urschieferformation aufgeführt werden, da sie hauptsächlich aus Schiefern besteht, allen übrigen Sedimentformationen vorausgegangen ist, und sich oftmals mit der primitiven Gneissformation so innig verknüpft zeigt, dass sie von ihr kaum getrennt werden kann. Deshalb und wegen des kryptogenen Charakters vieler ihrer Gesteine wird sie auch füglich mit in den Kreis der primitiven Formationen zu verweisen sein, obgleich sie gewissermaassen nur an der äussersten Peripherie dieses Kreises ihren Platz finden kann.

Alle nach und über der Urschieferformation zur Ausbildung gekommenen Sedimentär-Formationen sind mehr oder weniger fossilhaltig, sind es wenigstens in gewissen Regionen ihrer Verbreitungsgebiete, wenn sie sich auch in anderen Regionen, aus denen in §. 262 angegebenen Gründen, äusserst arm und sogar völlig leer an organischen Ueberresten erweisen können. Diese sehr zahlreichen Formationen lassen sich nun zuvörderst nach dem allgemeinen Charakter ihrer organischen Ueberreste in folgende Abtheilungen bringen:

I. Paläozoische oder primäre Formationen,

II. Mesozoische oder secundäre Formationen,

III. Känozoische oder tertiäre und quartäre Formationen, an welche letztere sich endlich die Bildungen der Gegenwart oder Jetztwelt anschliessen.

Anm. Bronn ist nicht einverstanden mit dem Gebrauche der Worte paläozoisch, mesozoisch und känozoisch; er macht daher den Vorschlag, sich statt ihrer der, zwar äquivalenten, jedoch auf das Alter der betreffenden Gesteine bezüglichen Worte paläolithisch, mesolithisch und känolithisch zu bedienen.

Was nun zunächst die Abtheilung der paläozoischen Formationen betrifft, welche wir auch mit Boué als die primäre Classe der fossilhaltigen Sedimentformationen bezeichnen können*), so begreift dieselbe folgende vier, sowohl durch ihre bathrologische Stellung, als auch durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften wesentlich verschiedene Formationen:

1) die Silurische Formation, oder die ältere Uebergangsformation,
2) die Devonische Formation, oder die neuere Uebergangsformation,
3) die Steinkohlenformation, oder die carbonische Formation, und
4) die Permische Formation, oder Rothliegendes und Zechstein.

Die Silurische und die Devonische Formation sind es, welche früher von Werner unter dem Namen der Uebergangsformation zusammengefasst und auch häufig unter dem Namen Grauwackenformation aufgeführt worden sind. Da sie gewöhnlich eine grosse petrographische Aehnlichkeit besitzen und meist nur durch ihre organischen Ueberreste zu unterscheiden sind; da man also in solchen Gegenden, wo dergleichen Ueberreste entweder gar nicht, oder doch nicht in hinreichender Anzahl und Deutlichkeit vorkommen, zweifelhaft darüber bleiben kann, welche von beiden Formationen vorliegt, während man doch darüber gewiss ist, dass man es mit einer von beiden zu thun hat, so erscheint es nicht ganz verwerflich, beide Formationen gemeinschaftlich als Uebergangsformationen zu bezeichnen, wie sie denn auch wirklich den Uebergang aus der ältesten, fossilfreien Sedimentformation in die neueren fossilhaltigen Formationen vermitteln.

*) *Le sol primaire (intermediaire des auteurs) est ce grand ensemble des plus anciens dépôts, qui précède le sol secondaire; Guide du Geologue voyageur, I, 1835, p. 495.*

Wie viel also auch gegen den Namen Uebergangsformation geeifert worden sein mag, bisweilen ist ihm dennoch eine gewisse praktische Brauchbarkeit gar nicht abzusprechen, indem er uns eine provisorische Benennung darbietet, welcher wir uns so lange bedienen werden, bis uns weitere Forschungen berechtigen, sie mit dem Namen Silurische oder Devonische Formation zu vertauschen. Wir legen kein besonderes Gewicht auf den Namen, glauben aber, dass er in solchen Fällen einige Bequemlichkeit gewährt, wo man sich vielleicht eine Voreiligkeit zu Schulden kommen lassen würde, wenn man das betreffende Schichtensystem entweder als silurisch oder als devonisch bezeichnen wollte. Hat man sich einmal über die Bedeutung des Wortes verständigt, so sind jene Vorstellungen von selbst ausgeschlossen, welche noch neuerdings Kjerulf bestimmten, sich so entschieden gegen den Gebrauch desselben zu erklären. *Nyt Magaz. for Naturvidenskaberne*, B. IX. 1857, S. 196.

Die Steinkohlenformation wurde sonst als die älteste der secundären Formationen (oder der Flötzformationen) betrachtet, auch wohl nicht selten mit dem Rothliegenden, als dem einen Gliede der Permischen Formation, vereinigt. Während nun gegen diese Vereinigung schon die Lagerungsverhältnisse ganz entschieden zeugen, so sprechen die organischen und namentlich die thierischen Ueberreste beider Formationen weit mehr für ihre Einreihung in die primäre oder paläozoische, als in die secundäre oder mesozoische Formationsgruppe, wie diess auch von Bronn schon lange behauptet worden ist.

Für die Steinkohlenformation hat diese Ansicht schon vor längerer Zeit Eingang gefunden; für die Permische Formation haben sich ihr unter Anderen Deshayes im *Bull. de la soc. géol. t. IX*, 1838, *p.* 154, Phillips in seinem Werke über die paläozoischen Fossilien von Cornwall und Devonshire (1841), Verneuil und d'Archiac (*Trans. of the geol. soc.* 2. *series*, *VI*, *p.* 309) und Murchison (1843) angeschlossen. Sedgwick aber sprach es bereits im Jahre 1829, in seiner vortrefflichen Abhandlung über den *magnesian-limestone* aus, dass sich dieser Kalkstein eines der Hauptglieder der Permischen Formation, durch seine paläontologischen Merkmale weit inniger mit der Steinkohlenformation, als mit den folgenden Formationen verbunden zeige. (*Trans. of the geol. soc.* 2. *series*, *III*, *p.* 99).

Die Abtheilung der mesozoischen oder secundären Formationen begreift wesentlich folgende Formationen und Formationsgruppen:

1) die Triasformation, oder die triasische Formationsgruppe,
2) die jurassische Formationsgruppe, und
3) die Kreideformation, oder cretacische Formation.

Die Triasgruppe lässt sich zwar nach petrographischen und bathrologischen Verhältnissen gewissermaassen in drei verschiedene Formationen, nämlich in die Buntsandstein-Formation, die Muschelkalk-Formation und die Keuper-Formation zerlegen; wie denn auch der von v. Alberti vorgeschlagene Name Trias diese dreigliederige Zusammensetzung derselben ausdrücken soll. Allein in paläontologischer Hinsicht möchten diese drei Bildungen wohl nur als eben so viele Hauptglieder einer und derselben Formation zu betrachten sein. Der Muschelkalk verhält sich zu den beiden anderen Bildungen auf ähnliche Weise, wie der Kohlenkalkstein zu der Steinkohlenformation im engeren Sinne des Wortes, und wollte man ihn als e

selbständige Formation betrachten, so müsste eigentlich auch der Kohlenkalkstein consequenterweise als eine solche eingeführt werden. Wir werden jedoch später sehen, dass manche sehr triftige Gründe für beide Kalksteinbildungen einer solchen Betrachtungsweise entgegenstehen.

Die Triasformation stand bisher so isolirt da, wie diess kaum von irgend einer anderen Formationsgruppe ausgesagt werden konnte; denn ihre organischen Ueberreste verweisen auf eine Fauna von so ganz eigenthümlichem und abgeschlossenem Charakter, dass keine Species weiter abwärts, und kaum eine Species weiter aufwärts zu reichen schien. Seitdem jedoch bei St. Cassian und an vielen anderen Orten der Tyroler und Venetianer Alpen eine zur Trias gehörige, und dort die Keuperformation vertretende Bildung nachgewiesen worden ist, in deren Fossilien sich zum Theil der allgemeine Typus der paläozoischen Formen wiederholt, so möchte man sich fast geneigt fühlen, der, so viel uns erinnerlich, einmal von Alcide d'Orbigny angedeuteten Ansicht beizutreten*), dass die Trias noch in die Gruppe der paläozoischen Formationen zu verweisen sei. Weil sich jedoch diese merkwürdige Bildung von St. Cassian anderseits auch an jüngere Formationen anschliesst, so lassen wir die Trias überhaupt noch einstweilen bei den secundären Formationen stehen.

In der jurassischen Formationsgruppe sind folgende vier Formationen zu unterscheiden:

a) die Liasformation oder untere Juraformation,
b) die mittlere Juraformation,
c) die obere Juraformation, und
d) die Wealdenformation,

von welchen die drei ersteren entschiedene Meeresbildungen sind, wogegen die letztere durch ihre organischen Ueberreste als eine Süsswasser- und Aestuarienbildung bezeichnet ist. Uebrigens wird die ganze Formationsgruppe durch ihre sehr zahlreichen Fossilien vortrefflich charakterisirt, und eben so von den vorausgehenden als von den nachfolgenden Formationen getrennt.

Man hat wohl zuweilen die Wealdenformation als eine parallele oder äquivalente Formation der gleich nachher zu erwähnenden Neocombildung betrachtet; seitdem jedoch von Römer die letztere auf der ersteren aufliegend nachgewiesen und von Fitton gezeigt worden ist, dass die unterste Etage der Englischen Kreideformation, welche die dortige Wealdenformation überlagert, die Charaktere der Neocombildung besitzt, ist diese Ansicht wiederum verlassen worden. Dass aber die Wealdenformation wohl richtiger mit der jurassischen Formation als mit der Kreide zu gruppiren sein dürfte, diess ist von Murchison und Robertson hervorgehoben worden.

Die Kreideformation zeigt in verschiedenen Regionen ihres Vorkommens eine ziemlich abweichende petrographische Zusammensetzung und lässt zwar einige wesentlich verschiedene Formationsglieder, wie z. B. die Neocombildung, den Gault, den Quadersandstein, die eigentliche Kreide u. s. w. unterscheiden, welche jedoch kaum als selbständige Formationen zu betrachten sein dürften, weshalb denn auch die ganze Gruppe dieser Glieder nur eine Formation darstellt, für welche wir den Namen Kreideformation beibehalten.

*) *Bibliotheque universelle, sc. phys. VI*, 1847, p. 123 f.

Wir tragen Bedenken, uns dem Vorschlage unsers verehrten Freundes Geinitz anzuschliessen, die teutsche Kreideformation deshalb, weil solche vorwaltend aus Quadersandstein besteht, die Quaderformation zu nennen, weil es uns nicht vortheilhaft erscheinen will, Bildungen, über deren Synchronismus und bathrologische Coincidenz kein Zweifel obwaltet, ihrer verschiedenen petrographischen Facies wegen mit verschiedenen Formations-Namen zu belegen. Die Formation wurde in England und Frankreich, wo sie zuerst richtig erkannt und genauer studirt worden ist, unter dem Namen Kreideformation eingeführt, weil dort die Kreide, diese ganz eigenthümliche Kalkstein-Varietät, als das charakteristische Gestein ihrer oberen Etage auftritt. Wenn nun auch in anderen Ländern die eigentliche Kreide vermisst wird, so findet doch ausserdem in den meisten Gegenden eine so grosse petrographische und paläontologische Uebereinstimmung mit der Englischen und Französischen Formation Statt, dass die betreffenden Schichtensysteme überall mit Sicherheit als Glieder derselben Formation zu erkennen sind.

Mit der Kreideformation endigt die Abtheilung der mesozoischen Bildungen. Die folgende Abtheilung der känozoischen Formationen, unter deren organischen Ueberresten sich schon viele, noch in der Jetztwelt lebende Species befinden, lässt zuvörderst eine Reihe von Bildungen erkennen, welche man, um ihre Stellung zu den secundären Formationen auszudrücken, tertiäre Formationen genannt hat*). Nach den Verhältnissen des grösseren oder geringeren Vorwaltens von ausgestorbenen Species hat Deshayes diese Formationen in drei Gruppen gesondert, für welche Lyell die jetzt allgemein adoptirten Namen der eocänen, miocänen und pliocänen Bildungen in Vorschlag brachte.

Diese Lyell'schen Namen gründen sich auf die paläontologischen Charaktere der betreffenden Bildungen; in den älteren Tertiärformationen erscheinen nur sehr wenige Formen, welche auf jetzt lebende Species bezogen werden können, so dass sich in ihnen gleichsam nur die Dämmerung, die erste Morgenröthe des neuen oder jetzigen Schöpfungstages kund giebt; daher der von ἠώς die Morgenröthe, und καινός neu, gebildete Name. Die mittleren Tertiärformationen verschliessen zwar schon weit mehre lebende oder der Neuzeit angehörige Species, aber doch immer noch wenigere, als die neueren Tertiärformationen, weshalb sie in Vergleich zu diesen miocän (von μείων und καινός) genannt wurden, während die letzteren, wegen der noch grösseren Anzahl von neuen Species, den aus πλείων und καινός gebildeten Namen pliocän erhielten.

Dagegen haben Bronn, Hörnes und andere ausgezeichnete Paläontologen die Ansicht geltend gemacht, dass überhaupt nur zwei Gruppen, also ältere und jüngere Tertiärformationen zu unterscheiden seien, weil die miocänen und die pliocänen Bildungen durch ganz allmälige Uebergänge mit einander verknüpft und keinesweges so scharf als selbständige Abtheilungen charakterisirt sind, wie diess von den eocänen Bildungen jedenfalls zugestanden werden muss.

*) Die Sonderung der Formationen in primäre, secundäre und tertiäre ist eigentlich zuerst von Arduino versucht worden, welcher im Jahre 1760 die Gebirgsbildungen als *montes primarios*, *secundarios* und *tertiarios*, und ausserdem noch die losen Sedimente der Tiefländer als besondere Bildungen unterschied, welche grossentheils den jetzt so genannten quartären Bildungen entsprechen.

Hörnes vereinigte sie daher unter dem Namen der neogenen Tertiärformationen. Später zeigte jedoch Beyrich, dass ein Theil der oberen eocänen und ein Theil der unteren miocänen Bildungen füglich zu einer besonderen Gruppe vereinigt werden können, für welche er den Namen der oligocänen Tertiärformationen vorschlug. Damit stimmen auch die Resultate überein, auf welche neuerdings Hébert und Deshayes gelangt sind*).

Sonach erhalten wir folgende Uebersicht:

1. Eocäne oder ältere Tertiärformation, } eocän.
2. Oligocäne oder untermittlere Tertiärformation, } eocän.
3. Miocäne oder obermittlere Tertiärformation, } neogen.
4. Pliocäne oder neuere Tertiärformation. } neogen.

Ueber den jüngsten Tertiärformationen folgen noch mancherlei neuere Bildungen, welche man früher unter dem Namen des aufgeschwemmten Landes oder der Diluvialbildungen begriff, während in der letzten Zeit der Name quaternäre, oder richtiger, quartäre Bildungen für sie in Vorschlag gebracht worden ist. Sie beschliessen die grosse Reihe der vorweltlichen Sedimentformationen, und schliessen sich in ihren jüngsten Gliedern an die Bildungen der Gegenwart oder die recenten Formationen an.

Marcel de Serres hatte zuerst das Wort quaternär für die posttertiären Bildungen angewendet, in der von Creuzé de Lesser edirten *Statistique du dép. de l'Hérault, Montpellier* 1824, *p.* 174. Desnoyers brachte dasselbe Wort im Jahre 1829 in einer etwas anderen Bedeutung, zur Bezeichnung der jetzt miocän und pliocän genannten Tertiärformationen in Vorschlag, während Reboul (in seiner *Géologie de la période quaternaire*, 1833) dasselbe Prädicat für weit jüngere Bildungen gebrauchte. Wir schliessen uns dem Vorschlage von d'Archiac an, welcher, in Uebereinstimmung mit der alten, von Arduino herrührenden Bezeichnungsweise, die seit dem Ende der pliocänen bis zum Anfange der gegenwärtigen Periode zum Absatze gelangten Sedimentbildungen, quaternäre nennt, erlauben uns jedoch dafür mit Philippi und Bronn das jedenfalls richtigere Wort quartär zu gebrauchen**).

C. Verhältnisse der eruptiven Formationen.

§. 265. *Begriff und Bildungsweise derselben; Mangel an organischen Ueberresten.*

Unter eruptiven Gesteinen verstehen wir diejenigen Gesteine, deren Material durch abyssodynamische Kräfte aus den unbekannten Tiefen der Erde in flüssigem (und zwar theils in feurigflüssigem theils in wässerig-feuerflüssi-

* Beyrich, zuerst in den Berichten der Berliner Akad. 1854, S. 640 ff. und dann mehrmals a. a. O.; Hébert, *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, 1855, *p.* 762 f. und Deshayes, in *Descr. des animaux sans vertèbres etc.* 1857, *p.* 17.

** Philippi verwarf schon lange das Wort quaternär, als ganz fehlerhaft in diesem Neues Jahrb. für Min. 1834. S. 517. Bronn erklärte sich wiederholt dagegen; dennoch aber findet man es noch sehr häufig gebraucht.

gem) Zustande hervorgetrieben worden ist. Die Beweise für den zähflüssigen und plastischen Zustand, in welchem sie an die Stelle ihres gegenwärtigen Ablagerungsraumes gelangt sein müssen, finden wir theils in der allgemeinen Form ihrer gangartigen, stockartigen und stromartigen Gebirgsglieder, theils in den so häufigen Apophysen, welche von ihren Gränzen in das Nebengestein auslaufen, theils in denen in ihrer Masse suspendirten Fragmenten des Nebengesteins, worüber im ersten Bande S. 897 f. und S. 920 das Nöthige gesagt worden ist. Als Beweise der gewaltigen Kräfte aber, welche bei ihrer Ablagerung in Wirksamkeit gewesen sein müssen, erkennen wir theils die oft ungeheuere Grösse ihrer Massen, theils diejenigen Erscheinungen, welche Bd. I, S. 915 ff. ausführlich besprochen worden sind. Dass sie jedoch aus dem Innern der Erde stammen müssen, dafür zeugen nicht nur ihre aus den Erdtiefen heraufsteigenden gangartigen Gebirgsglieder, sondern auch der Umstand, dass es schlechterdings unmöglich ist, ihr Material aus irgend anderen, an der Erdoberfläche bereits vorhanden gewesenen Gesteinen zu deriviren. Wollen wir sie also nicht vom Himmel herabgefallen denken*), oder wollen wir uns nicht zu dem Mysticismus jener geologischen Alchemie bekennen, welche durch geheimnissvolle Umwandlungsprocesse ein und dasselbe eruptive Gestein hier aus Thonschiefer und dort aus Kalkstein entstehen lässt, so bleibt uns gar kein anderer Ausweg übrig, als in die Tiefen der Erde zu steigen, um dort die Heimath dieser Gesteine zu suchen. Dass endlich ihr zähflüssiger Zustand sehr häufig ein Zustand feuriger oder doch wenigstens wässerigfeuriger Flüssigkeit gewesen sei, dass sie also mit Recht theils als pyrogene, theils als hydatopyrogene Bildungen (I, 691) gelten können, dafür sprechen, ausser ihrer mineralischen Zusammensetzung, jene verändernden Einwirkungen auf ihr Nebengestein, von welchen im ersten Bande S. 737 bis 760 die Rede gewesen ist.

Man darf freilich bei den meisten dieser eruptiven Bildungen nicht nach einem Vulcan oder Krater, nicht nach Schlacken, Lapilli und dergleichen Dingen fragen, und das Vorhandensein solcher Erscheinungen als eine nothwendige Bedingung für die Anerkennung ihrer eruptiven Natur geltend machen wollen. Unsere jetzigen in die Atmosphäre weit hinaufreichenden Vulcane sind ganz besondere, und, wie es scheint, nur den neuesten geologischen Perioden angehörige Laboratorien der unterirdischen Thätigkeit, in welchen sich diese unter ganz eigenthümlichen Formen und mit ganz eigenthümlichen Producten offenbart. Dieselbe Thätigkeit scheint aber in früheren geologischen Perioden unter ganz anderen Bedingungen gearbeitet zu haben, und es kann uns daher nicht wundern, wenn die ehemaligen Formen und Producte derselben etwas verschieden von denen sind, welche sich heutzutage vor unseren Augen entfalten.

Spaltenbildung, oder Zerreissung der äusseren Erdkruste, und Massen-Eruption, oder Hervortreibung zähflüssigen Gesteinsmaterials oder auch seiner bereits erstarrten Fragmente aus diesen Spalten: das sind die Ereignisse, welche wir als die beiden wesentlichen Acte der ganzen Erscheinung zu betrachten haben.

*) Welche Ansicht wirklich einige Male im Ernste ausgesprochen und noch neuerdings vom Freiherrn v. Reichenbach (Poggend. Ann. B. 105, S. 551 f.) wiederholt worden ist.

sie mag einer geologischen Periode angehören, welcher man wolle. Die besondere Gesteinsbeschaffenheit und die besondere Lagerungsform aber, unter welcher sich die hervorgetriebenen Massen darstellen, die werden freilich von mancherlei, theils wesentlichen, theils zufälligen Bedingungen abhängig gewesen sein.

Durch G. Rose ist es z. B. sehr wahrscheinlich gemacht worden, dass ein und dasselbe Material entweder als Hornblende, oder als Augit erstarrt, je nachdem es sehr langsam oder sehr rasch erkaltet; es konnte also die Verschiedenheit der Erkaltung die Entstehung ganz verschiedener Gesteine zur Folge haben. Der verschiedene Druck, unter welchem sich eine erstarrende Masse befand, wird ebenfalls Verschiedenheiten ihrer mineralischen Zusammensetzung und petrographischen Beschaffenheit herbeigeführt haben*). Bei sehr hohem Drucke wird in den Tiefen der Erde gar häufig eine innige Verbindung des feuerflüssigen Materials mit Wasser Statt gefunden haben, wodurch der Erstarrungs-Process und die Erstarrungs-Producte wesentlich modificirt werden mussten. Der Hitzegrad, welchen eine eruptive Masse noch hatte, als sie die Erdoberfläche erreichte, wird den Grad ihrer Flüssigkeit, und somit auch die Art und Weise ihrer Ablagerung bedingt haben. Diese Ablagerung muss aber noch ausserdem von den ganz zufälligen Verhältnissen der Terrainformen abhängig gewesen, vorzüglich aber dadurch wesentlich modificirt worden sein, ob die Ausbreitung der eruptiven Massen auf dem Lande, unter dem blosen Drucke der Atmosphäre, oder auf dem tiefen Meeresgrunde, unter dem Drucke einer vielleicht mehre 1000 Fuss hohen Wasserschicht erfolgte.

Was in den Spalten selbst zur Erstarrung kam, das wird sich uns jetzt in der Form mehr oder weniger mächtiger Gesteins g ä n g e darstellen, welche bald regelmässig, bald sehr unregelmässig gestaltet sein, und nach oben häufig in andere Ablagerungen desselben Gesteins verlaufen können. Hatte die aus der Spalte ausströmende Masse noch einen hohen Grad von Flüssigkeit, so wird sie sich, je nach Maassgabe der vorhandenen Terrainformen, entweder gleichmässig auf der Erdoberfläche ausgebreitet, oder in Vertiefungen, nach Art eines Stromes, fortgewälzt haben. Hatte dagegen die eruptive Masse nur noch einen sehr geringen Grad von Flüssigkeit, so wird sie vielleicht in den engeren Theilen der Spalte gar nicht mehr zum Ausflusse gelangt sein, über den weiteren Theilen derselben aber sich aufgestaut und zu grösseren oder kleineren Kuppen aufgethürmt haben. Da nun noch ausserdem die Ausströmungs-Geschwindigkeit solcher Massen, da die Länge des Weges, den sie innerhalb der oberen Erdkruste zurücklegen mussten, da die Dauer des Ausflusses und so manche andere Umstände auf die schnellere oder langsamere Erkaltung, und somit auf die geringere oder grössere Flüssigkeit von wesentlichem Einflusse gewesen sein werden, so begreift man auch, warum die Lagerungsformen einer und derselben eruptiven Bildung so verschieden ausfallen konnten, und warum man z. B. den Basalt hier in isolirten Kuppen, dort in förmlichen Strömen oder in weit ausgebreiteten Decken, und noch anderswo in langgestreckten Kämmen oder nur gangartig auftreten sieht.

Ein neues Kriterium für die wirklich pyrogene Natur der eruptiven Gesteine bieten uns vielleicht die interessanten Resultate Melloni's über den polaren Magnetismus dieser Gesteine**). Wenn nämlich die von Melloni aufgestellte und experimentell begründete Ansicht allgemein giltig ist, dass dieser sehr bestimmt orientirte Magnetismus den Gesteinen während ihrer

*) Auf die Wichtigkeit dieses Umstandes hat insbesondere Bunsen aufmerksam gemacht in Poggend. Ann. B. 81, S. 562 f.

**) Förstemann hat uns in Poggend. Ann. B. 106, 1859, S. 106 ff. mit dem Inhalte der wichtigen Abhandlungen Melloni's über diesen Gegenstand bekannt gemacht.

ursprünglichen Erkaltung und Erstarrung ertheilt worden sei, so würde sich in der That durch die astatische Magnetnadel darüber entscheiden lassen, ob ein Gestein pyrogener Entstehung ist, und ob gewisse Gesteine durch Hitze metamorphosirt worden sind.

Melloni zeigte nämlich, dass der polare (oder bipolare) Magnetismus eine allgemeine Eigenschaft aller eisenhaltigen eruptiven Gesteine sei. Derselbe beruht auf der inducirenden Wirkung der Magnetkraft der Erde, welche eine gesetzmässige Vertheilung des Magnetismus bewirkt hat, weshalb denn die Masse eines Lavastromes schon in jeder Verticale, (noch stärker aber in der Richtung der Inclinations-Nadel), abwärts einen Nordpol, und aufwärts einen Südpol zeigt, wie sich sogar in einzelnen abgeschlagenen Stücken erkennen lässt. Melloni ist nun der Ansicht, dass diese polare Magnetisirung der Gesteine nicht allmälig im Laufe der Zeiten, sondern rasch, bei ihrer Abkühlung und Erstarrung, bewirkt worden sei; er stützt diese Ansicht auf viele Versuche mit verschiedenen Gesteinen, in welchen durch Erhitzung und Abkühlung ein sehr bestimmt orientirter polarer Magnetismus hervorgebracht wurde. Glüht man nämlich Stücke von plutonischen oder anderen eisenhaltigen Gesteinen, und lässt sie dann rasch erkalten, so erhalten sie stets am unteren Ende einen Nordpol, am oberen Ende einen Südpol; glüht man sie nachher abermals, und lässt sie in umgekehrter Lage erkalten, so zeigen sie auch eine Umkehrung der Pole. Förstemann hat diese Versuche mit demselben Erfolge wiederholt, weshalb sie und die aus ihnen gezogenen Folgerungen die grösste Aufmerksamkeit verdienen.

Noch wichtiger für die Genesis der eruptiven Gesteine sind die Untersuchungen von Sorby über die mikroskopische Structur der krystallinischen Bestandtheile, und über den Zusammenhang dieser Structur mit der ursprünglichen Bildungsweise der Gesteine*). Indem Sorby die in den Krystallen verschiedener Mineralien oft millionenweise vorkommenden mikroskopischen Cavitäten oder Poren genauer auf ihren Inhalt untersuchte, welchen diese Krystalle doch nothwendig während ihrer Bildung aufgenommen haben müssen, so gelang es ihm, durch eine Reihe einfacher Schlüsse höchst wahrscheinliche Folgerungen über die Temperatur und die ganze Modalität des Bildungsactes selbst abzuleiten. So findet er z. B., dass die eigentlich vulcanischen oder rein pyrogenen Mineralien in ihren Poren niemals eine wässerige Flüssigkeit enthalten, während diess in den Bestandtheilen der Granite und Porphyre sehr gewöhnlich der Fall ist; woraus er denn, unter Berücksichtigung noch anderer Umstände schliesst, dass das Material der Granite und Porphyre ungefähr bei dunkler Rothglühhitze, jedoch wesentlich unter Mitwirkung von Wasser und hohem Drucke krystallisirt haben müsse.

Die genaueste mikroskopische Untersuchung der Form und des Inhaltes der Poren, welche, wie in vielen anderen Mineralien, so auch in den Bestandtheilen der krystallinischen Silicatgesteine enthalten sind, führte zunächst auf das Resultat, dass dieser Inhalt, nach Maassgabe der verschiedenen Bildungsweise jener

*) Diese mit bewundernswürdigem Scharfsinne durchgeführten Untersuchungen hat Sorby in einer Abhandlung veröffentlicht, welche unter dem Titel: *On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks*, im *Quart. Journ. of the Geol. Soc. vol. XIV*, 1858, *p.* 453 ff. erschienen ist.

Gesteine, von sehr verschiedener Beschaffenheit ist. In vielen Fällen ist es eine wässerige Solution, welche die Poren erfüllt; in anderen Fällen ist es eine glasartige oder auch steinartige Masse; in noch anderen Fällen sind es Gase oder Dämpfe; hiernach unterscheidet Sorby überhaupt Wasser-Poren, Glas-Poren, Stein-Poren und Gas-Poren.

Die aus einer wässerigen Solution gebildeten Mineralien, wie z. B. Kochsalz, Calcit, Fluorit, Baryt, sind gewöhnlich mit Wasserporen versehen: aber auch Quarz, sowohl der von Gängen, als auch jener aus Glimmerschiefer, Granit, Porphyr u. a. Gesteinen, ist oft sehr reich daran. Diese Poren enthalten meist eine Salzsolution, besonders von Chlornatrium und Chlorkalium, deren Salze auch nicht selten in mikroskopischen Krystallen ausgeschieden sind; ausserdem umschliessen sie immer noch einen leeren Raum, der wie ein in der Flüssigkeit bewegliches Bläschen erscheint, und nur daraus zu erklären ist, dass das Wasser oder die Solution bei einer sehr hohen Temperatur eingeschlossen wurde, und folglich bei der gegenwärtigen Temperatur einen weit kleineren Raum einnimmt. Indem Sorby das Volumen dieser Bläschen mit dem Volumen der Flüssigkeit verglich, auch durch besondere Versuche das Ausdehnungsgesetz der genannten Salzsolutionen bei verschiedenen Temperaturen ermittelt hatte, gelangte er dazu, aus dem Verhältnisse beider Volumina die Temperatur zu berechnen, bei welcher die Flüssigkeit ursprünglich den ganzen Porenraum erfüllte, und folglich die Bildung des betreffenden Minerals und Gesteins Statt gefunden hatte.

Die Gemengtheile ächt vulcanischer oder rein pyrogener Gesteine, wie z. B. Leucit, Augit, Sanidin, sind theils mit Glasporen, theils mit Steinporen versehen, von denen zumal die ersteren nicht selten gleichfalls einen leeren Raum von der Form eines unbeweglichen Bläschens, beide aber oftmals mikroskopische Krystalle umschliessen; ausserdem finden sich in denselben Gesteinen noch Gasporen. In den Gemengtheilen der älteren pyrogenen Gesteine, wie der Basalte und Dolerite, kommen ähnliche Poren vor, deren Inhalt jedoch, in Folge späterer hydrochemischer Einwirkungen, gewöhnlich mehr oder weniger verändert ist*).

Wenn es sich nun darum handelt, die eruptiven Gesteins-Ablagerungen ...f ähnliche Weise in verschiedene Formationen zu sondern, wie solches ... den sedimentären Ablagerungen geschehen ist, so werden dabei zwar im ...gemeinen dieselben Kriterien zu berücksichtigen sein, welche bei der Son-...rung und Bestimmung der Sedimentformationen gedient haben; allein es ist ...leuchtend, dass das eine dieser Kriterien alle Anwendbarkeit verlieren ...ss, weil dasjenige Merkmal, auf welches es sich bezieht, in den eruptiven ...rmationen gänzlich vermisst wird. Es ist diess das von den organischen ...berresten oder den paläontologischen Eigenschaften entlehnte Kriterium. ...ll daher der oben S. 3 aufgestellte Begriff der Formation auch auf eruptive ...ldungen angewendet werden, so können dabei nur noch die petrographi-...hen Eigenschaften, die Structurverhältnisse und die Lagerungs-...ge in Rücksicht kommen.

* Für das weitere Detail verweisen wir auf die Abhandlung selbst, deren Resultate ei-...tlich in das Capitel von der Genesis der Gesteine gehören. Da uns aber bei der Redaction ...es Capitels die Abhandlung noch nicht bekannt war, so glaubten wir wenigstens eine ...rze Andeutung ihrer wichtigsten Resultate am gegenwärtigen Orte einschalten zu müssen. ...by's mikroskopische und Daubrée's chemische Untersuchungen gehören unstreitig zu ...n bedeutendsten Arbeiten, welche in neuester Zeit zur Aufhellung des dunkeln Ge-...etes der Genesis der Gesteine geliefert worden sind.

Von paläontologischen Eigenschaften kann nämlich deshalb gar nicht die Rede sein, weil das Vorkommen organischer Ueberreste mit dem Wesen der eruptiven Gesteine durchaus unvereinbar ist. Alle die angeblichen Vorkommnisse von Petrefacten in dergleichen Gesteinen erklären sich entweder daraus, dass ganz zufällig ein organischer Körper von einer eruptiven Masse, bei ihrer Ausbreitung auf der Erdoberfläche, mit aufgerafft oder eingewickelt worden ist, oder sie erledigen sich dadurch, dass solche sedimentäre Gesteine, welche aus feinem Schutte eruptiver Gesteine gebildet und ihnen daher einigermaassen ähnlich sind, für wirkliche eruptive Gesteine gehalten wurden; wie diess z. B. mit den fossilhaltigen Grünsteintuffen von Planzschwitz und anderen Orten des Voigtlandes der Fall war, welche bisweilen für wirkliche Grünsteine erklärt worden sind. Auch mögen wohl bisweilen metamorphosirte fossilhaltige Sedimentgesteine mit eruptiven Gesteinen verwechselt worden sein.

§. 266. *Wichtigkeit der petrographischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung.*

Eine Eigenschaft, durch welche sich die eruptiven Formationen in sehr auffallender Weise von den sedimentären Formationen unterscheiden, ist die grosse Gleichartigkeit ihrer Gesteine. Obgleich sich die Eruption eines und desselben eruptiven Materials in verschiedenen, weit von einander entfernten Gegenden ereignet und in verschiedenen Perioden wiederholt haben kann, so finden wir doch gewöhnlich eine merkwürdige Uebereinstimmung des allgemeinen petrographischen Habitus, ja bisweilen eine an Identität gränzende Gesteinsähnlichkeit in denen nach Zeit und Raum sehr weit aus einander liegenden Ablagerungen einer und derselben eruptiven Bildung.

Bei den eruptiven Bildungen drückt sich daher in der Gesteinsbeschaffenheit die Identität der Formation weit bestimmter aus, als bei den meisten sedimentären Bildungen, und es muss wirklich unser Erstaunen erregen, wenn wir z. B. sehen, wie der Basalt, eine über den ganzen Erdball zerstreute, und daher an den verschiedensten Puncten der Erdoberfläche hervorgetriebene eruptive Bildung dennoch an allen diesen Puncten eine solche Aehnlichkeit des Gesteins zeigt, dass man nur wenige Basaltstücke gesehen zu haben braucht, um die Formation als solche überall wieder zu erkennen. Dasselbe gilt auch mehr oder weniger von den Graniten, vom Diabas, vom Gabbro, vom Serpentin und von anderen eruptiven Gesteinen, so dass man schon hieraus Zweifel gegen die früher behauptete sedimentäre Natur derselben ableiten könnte.

Durch diese allgemeine petrographische Aehnlichkeit wird denn auch die Gesteinsbeschaffenheit bei den eruptiven Formationen zu einem Merkmale des ersten Ranges erhoben, und zugleich der Beweis geliefert, dass alle Ablagerungen einer und derselben Eruptivformation aus einem und demselben Urquell zu deriviren sind, dass ihr Material in einem und demselben Laboratorio der Natur unter ganz ähnlichen Umständen gebildet worden sein muss, und unmöglich jenen verschiedentlich modificirenden localen Einflüssen unterworfen gewesen sein konnte, welche das Material der, nur an der Erdoberfläche gebildeten Sedimentformationen, in verschiedenen Gegenden

ihres Verbreitungsgebietes, nicht selten mit den Eigenschaften ganz verschiedener Gesteine hervorgehen liessen.

Leopold v. Buch sprach sich hierüber schon im Jahre 1810 folgendermaassen aus: Wir kennen Granit aus allen Ländern der Erde, und immer ist es dasselbe Gemenge aus denselben Mineralien. Warum ist es immer dieselbe Auswahl bei so manchfaltiger Verschiedenheit der Mineralspecies? Warum hat die Natur nicht in China Gesteine aus Axinit und Epidot gebildet, in Sachsen aber aus Feldspath, Quarz und Glimmer? Nein, sie hat sich überall nur mit diesen drei Mineralien begnügt. Einerlei Wirkung leiten wir sonst überall von einerlei Ursache her. Warum sollte es uns nicht vergönnt sein, auch die Ursache der Granitbildung allgemein zu glauben. Hieraus folgt aber, dass wir kühn Resultate, die auf beschränkten Räumen, z. B. in Deutschland aufgefunden worden sind, als allgemeine Gesetze der Erdbildung ansehen können. (Magazin der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, Bd. IV, 1810, S. 128). Und eben so hob es Delesse hervor, was schon oft angedeutet worden ist, dass die Gemengtheile für die eruptiven Formationen dieselbe Bedeutung haben, wie die Fossilien für die sedimentären Formationen, und dass ihre mineralische Zusammensetzung das wichtigste Argument bei ihrer Unterscheidung sei. *Mémoire sur la constitution des roches des Vosges, Besançon*, 1847, *p*. 7 und 17.

Diese allgemeine Gleichartigkeit des Gesteins schliesst jedoch keinesweges das Vorkommen einer grossen Manchfaltigkeit der Varietäten aus, wie solche theils durch die verschiedene Grösse des Korns, theils durch Verschiedenheiten der Structur, oder auch durch eine etwas schwankende mineralische Zusammensetzung bedingt sein können. Es werden daher grobkörnige, kleinkörnige, feinkörnige und dichte Varietäten einer und derselben Gesteinsart, es werden Varietäten, in denen bald diese bald jene Gemengtheile vorwalten, in denen bald viele, bald wenige, bald gar keine accessorischen Bestandtheile oder Bestandmassen auftreten, nicht nur mit einander, sondern auch mit Varietäten ganz anderer Gesteinsarten verbunden sein können, welche jedoch mit den ersteren durch wirkliche petrographische Uebergänge verbunden sind; (wie z. B. Granit und Syenit, Granit und Porphyr).

So ist es eine besonders häufig vorkommende Erscheinung, dass ein und dasselbe eruptive Gestein, welches in seinen grösseren Ablagerungen grosskörnig oder grobkörnig ausgebildet ist, in seinen kleineren untergeordneten Gebirgsgliedern, und namentlich in den schmäleren Gängen, sehr feinkörnig bis dicht erscheint; oder dass es gegen die Contact- und Gränzflächen mit anderen Gesteinen eine immer feinkörnigere, und zuletzt eine fast dichte Beschaffenheit annimmt; was für gewisse eruptive Gesteine so weit gehen kann, dass ihre Gänge bisweilen an den Salbändern von hyalinischer oder glasartiger Gesteinsmasse eingefasst sind. Die mandelsteinartigen Varietäten gewisser eruptiver Gesteine finden sich oft nur in den oberen oder äusseren Theilen ihrer Ablagerungen, gerade so wie die schlackigen Varietäten der Lava nur an der Oberfläche und Unterfläche der Lavaströme vorzukommen pflegen.

Daher ist es überhaupt nicht sowohl die Identität ihres petrographischen Habitus, als vielmehr die Identität ihrer wesentlichen mineralischen Zusammensetzung, was als das gemeinsame Band der verschiedenen Ge-

steine einer und derselben eruptiven Formation betrachtet werden muss. Indem nämlich diese Identität nur für den wesentlichen mineralischen Bestand gefordert wird, ist sie recht wohl verträglich mit allen den Variationen des Gesteins, wie solche durch die Verschiedenheiten des Kornes und der Structur, durch das Vorwalten bald dieses bald jenes Gemengtheils, durch das Eintreten und allmälige Ueberhandnehmen, oder durch den gänzlichen Mangel accessorischer Bestandtheile herbeigeführt werden können.

Achten wir auf die specifische Zusammensetzung der verschiedenen eruptiven Gesteine, so finden wir, dass besonders der Quarz als Bestandtheil derselben eine sehr merkwürdige Rolle spielt, indem er in einigen Gesteinen sehr reichlich, in anderen dagegen gar nicht vorhanden ist, so dass sich verschiedene eruptive Formationen in dieser Hinsicht ganz entgegengesetzt verhalten. Im Granite und Granulite tritt der Quarz in sehr bedeutender Menge auf, während auch die Feldspathe dieser Gesteine vorwaltend dreifach kieselsaure Verbindungen sind; dagegen finden wir in den Trachyten, deren Feldspathe doch eine ganz analoge Zusammensetzung haben, den Quarz nur als grosse Seltenheit. In vielen Porphyren ist der Quarz gleichfalls sehr reichlich vorhanden, während er in anderen fast gänzlich vermisst wird. In den Diabasen, Melaphyren, Doleriten, Basalten und Laven ist Quarz so gut wie gar nicht vorhanden, während zugleich der Feldspath dieser Gesteine grossentheils Labrador, also eine mehr basische kieselsaure Verbindung ist; wogegen in den Dioriten, Amphiboliten und Syeniten der Quarz ziemlich häufig vorkommt. Im Allgemeinen ist es nicht zu läugnen, dass sich in diesem Verhalten der Kieselerde, wie auch oft hervorgehoben worden ist, eine gewisse Beziehung zu dem Alter der Formationen zu erkennen giebt, indem die älteren eruptiven Formationen reicher daran sind, als die neueren, und freie Kieselsäure, oder Quarz, in den neuesten Formationen gar nicht mehr angetroffen wird.

Da nun aber die mineralische Zusammensetzung eines Gesteins durch die allgemeine chemische Zusammensetzung desselben, d. h. durch die mittlere qualitative und quantitative Mischung seiner Substanz bedingt wird, wie sich solche aus den Bausch-Analysen (I, 401) ergiebt, so wird auch den Resultaten dieser Analysen eine grosse Bedeutung zugestanden werden müssen. In der That haben diese Bausch-Analysen für Gesteine sehr verschiedener eruptiver Formationen oftmals eine so grosse Aehnlichkeit, ja bisweilen eine so völlige Identität ihrer allgemeinen Substanz erkennen lassen, dass man zu der Folgerung berechtigt ist, es sei in solchen Fällen wesentlich ein und dasselbe Magma, welches zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen zur Eruption und Erstarrung gelangte, und deswegen verschiedene, nach ihren Gemengtheilen und ihrer Structur von einander mehr oder weniger abweichende Gesteine lieferte.

Ueber diese Identität der Substanz wesentlich verschiedener krystallinischer Silicatgesteine, wie z. B. gewisser Granite, Porphyre und Trachyte, spricht sich Kjerulf gelegentlich folgendermaassen aus. Er habe zu beweisen versucht, dass gewisse Massen dieselbe chemische Zusammensetzung zeigen, obwohl sie petrographisch sehr verschieden erscheinen. So z. B. Granit und quarzführender Porphyr, quarzfreier Syenit und gewisse Porphyre, schwarzer Trapp und Augitporphyr. Niemand werde es bezweifeln, dass die Masse eines und desselben Ganges, welcher hier mit diesem, dort mit jenem petrographischen Habitus erscheint,

dennoch als das Product eines und desselben Gusses und Flusses zu betrachten sei. Vielleicht würden sich die eruptiven Gesteine nach ihrer allgemeinen Zusammensetzung classificiren und für jede solche Zusammensetzung ein körniger, ein porphyrartiger, ein dichter, ein schlackiger und ein glasartiger Habitus nachweisen lassen. Nehmen wir z. B. die sauerste Silicatmischung, so haben wir solche mit körnigem Habitus im Granite, mit porphyrartigem Habitus im quarzführenden Porphyr und in gewissen Trachytporphyren, mit glasartigem Habitus im Obsidiane. Auch Pechsteine und gewisse neuere Laven zeigen dasselbe quantitative Verhältniss gleichartiger Bestandtheile. Wir könnten gegen 80 Analysen aufzählen, welche beweisen, dass Gneissgranit aus Schweden, Protogin vom Montblanc, Granit aus den Vogesen und Karpathen, vom Riesengebirge und dem Harze, von Heidelberg und aus Irland, dass Lava aus den Euganeen und von Island, dass Obsidiane verschiedener Gegenden, dass Quarzporphyre, Trachytporphyre und Pechsteine von verschiedenen Fundorten alle dieselbe granitische oder normal-trachytische Zusammensetzung besitzen. Das neutrale Silicatgemeng bildet den quarzfreien Syenit, die verschiedenen quarzfreien Porphyre und den Andesit. Ein basisches Silicatgemeng haben wir in den Melaphyren, Doleriten und vielen Laven. Ein überbasisches Gemeng ist endlich in den reinen Augitporphyren, in den schwarzen augitischen Trappen, in vielen Mandelsteinen, Basalten und Laven gegeben. Ihre Zusammensetzung ist die normalpyroxenische Bunsen's. *Nyt Mag. for Naturvid. IX*, 1857, S. 294 f.

§. 267. *Verschiedene Structur der eruptiven Gesteine.*

Die meisten eruptiven Gesteine erscheinen ohne Parallelstructur und [Sch]ichtung; sie können daher als massige Gesteine den sedimentären, als [ge]schichteten Gesteinen, im Allgemeinen mit Recht entgegengesetzt werden [(I, 8]60 und 868). Es würde jedoch ein grosser Irrthum sein, wenn man aus [d]er gewöhnlichen Erscheinungsweise der eruptiven Gesteine den Schluss [zie]hen wollte, dass sie in keinem Falle mit Parallelstructur oder Schichtung [ver]sehen sein können, oder wenn man, die Folgerung umkehrend, behaupten [woll]te, jedes Gestein, welches Parallelstructur oder Schichtung besitzt, müsse [desh]alb ursprünglich ein sedimentäres Gestein gewesen sein. Lässt sich der [erst]ere Schluss durch Thatsachen widerlegen, so fällt damit auch die zweite [Folg]erung über den Haufen, und da diese letztere in neuerer Zeit über alle [Geb]ühr gemissbraucht worden ist, um gewisse theoretische Ansichten über die [Bild]ung mancher kryptogener Gesteine zu unterstützen, so glauben wir einige [Th]atsachen in Erinnerung bringen zu müssen, welche das zuweilige Vorkom[men] von Parallelstructur und Schichtung bei eruptiven Gesteinen ausser allen [Zw]eifel stellen.

Es ist zuvörderst unbestreitbar, dass manche eruptive Gesteine stellen[weis]e eine eben so vollkommene Parallelstructur entwickeln, wie solche ge[wöh]nlich nur bei sedimentären Gesteinen angetroffen wird*).

---

* Es handelt sich hier nicht um die lineare Parallelstructur oder Streckung, son[der]n um die plane Parallelstructur oder Plattung (I, 429 f.); die erstere ist eine bei gewis[sen e]ruptiven Gesteinen sehr häufig vorkommende Erscheinung. Vergl. auch über diese [Verh]ältnisse meinen Aufsatz im Neuen Jahrbuch der Mineralogie, 1847, S. 297 ff.

Dass der Phonolith wirklich ein eruptives Gestein sei, diess dürfte wohl nur von wenigen Geologen bezweifelt werden; desungeachtet lässt er in seinen plattenförmig abgesonderten Varietäten gewöhnlich eine recht deutliche Parallelstructur erkennen, indem die eingewachsenen dünn tafelartigen Feldspathkrystalle parallel gelagert sind, und das Gestein oft wie ein Schiefer gespalten werden kann (I, 626).

Die zugleich eruptive und pyrogene Natur des Trachytes ist so vollkommen erwiesen, dass sie von Niemand in Abrede gestellt werden kann; dennoch aber giebt es nicht nur flaserige, sondern sogar schieferige Varietäten, von welchen die ersteren an Gneiss, die letzteren an Glimmerschiefer erinnern (I, 622). Aehnliche Erscheinungen kommen bei gewissen Trachytporphyren (I, 619), bei verschiedenen Varietäten des Perlites (I, 614), bei manchen Felsitporphyren (I, 604) vor, welchen Gesteinen wenigstens eine eruptive Bildung nicht abgesprochen werden kann, wenn man vielleicht auch geneigt sein sollte, ihre rein pyrogene Entstehung zu bezweifeln.

Dass der Granit gar nicht selten in Gneiss übergeht, indem sich eine mehr oder weniger ausgezeichnete Parallelstructur einstellt, diess ist eine so vielfach beobachtete Thatsache, dass jeder Zweifel daran nur auf vorgefassten Meinungen beruhen kann, und dass es kaum der Mühe werth erscheint, Beispiele anzuführen.

Doch mögen ein paar Fälle erwähnt werden, um daran zu erinnern, dass dieser Uebergang besonders häufig gegen die Gränz- und Contactflächen des Granites mit anderen Gesteinen (also gegen die Druck- und Widerstandsflächen) vorkommt. — Der ganz ausgezeichnete Granit, welcher in Sachsen, östlich von Rochlitz, bei Neu-Taubenheim auftritt, wird an seiner nordwestlichen Gränze gegen den Glimmerschiefer ein eben so ausgezeichneter Gneiss; man kann Schritt für Schritt die allmälige Entwickelung der Parallelstructur verfolgen, wie solche durch das gleichzeitige Ueberhandnehmen und die immer vollkommnere parallele Ablagerung der Glimmerschuppen bedingt wird. Der Centralgranit oder Protogin der Alpen geht an seinen Gränzen ganz allmälig in Gneiss, und dieser eben so allmälig in schieferige Gesteine über; (*Delesse, Mém. sur la Protogine des Alpes*, in *Bull. de la soc. géol. 2. série, t. VI, p.* 230 f. und *Fournet* in seinem *Mém. sur la Géol. des Alpes entre le Valais et l'Oisans, p.* 72 f.). Nach Ramond und Charpentier verhalten sich die colossalen Granitstöcke der Pyrenäen ganz auf ähnliche Weise; in der Mitte bestehen sie aus ächtem Granit, nach ihren Gränzen aus gneissartigen Gesteinen. Credner beschreibt einige langgestreckte Granitstöcke aus dem Thonschiefer des Schwarzathales am Thüringer Walde, welche in der Mitte aus charakteristischem Granit bestehen, an ihrer hangenden Gränze in dick- und dünnflaserige gneissartige Gesteine übergehen, an ihrer liegenden Gränze aber am Thonschiefer als vollkommener Granit unter solchen Verhältnissen abschneiden, dass ihre eruptive Bildungsweise gar nicht bezweifelt werden kann. (Neues Jahrbuch für Min. 1849, S. 11 f.) Der Syenit der Malvernhills in England zeigt nach Phillips sehr häufig eine gebänderte Structur, begründet im abwechselnden Vorwalten des Feldspathes und der Hornblende, also eine Structur, wie sie die Gneisse Scandinaviens vielfach bekannt ist. (*Memoirs of the Geol. Survey of Great Britain, vol. II, part.* 1, 1848, *p.* 45.) Phillips bemerkt hierbei: *The laminar and banded structures may be regarded as indications of crystallization under restraint; such restraint having reference to particular planes in consequence of*

pressure of preconsolidated parts adjacent. Interessant sind auch die Dioritgänge, welche v. Blöde von Porogi und andern Orten in Podolien beschreibt; sie sind 5 bis 10 F. mächtig, bestehen in der Mitte aus körnigem Diorit oder auch Amphibolit, an ihren Salbändern aber bis auf 2 F. Abstand aus glimmerreichem Hornblendschiefer; dessen Schieferung den Gangflächen parallel ist. Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 508.

Was aber die bei eruptiven Gesteinen zuweilen vorkommende Schichtung betrifft, so erinnern wir nur an die Lavabänke der Somma und des Val del Bove, an das vollkommen geschichtete Trappgebirge der Insel Island (I, ..2, an die Schichtung der Ungarischen Perlite (I, 614), und an die ausgezeichnet geschichtete Architektur des Alpinischen Gneissgranites, um jeden Zweifel an der Möglichkeit solcher Vorkommnisse niederzuschlagen.

Wenn also das zuweilige Vorkommen von Parallelstructur und Schichtung bei eruptiven Gesteinen gar nicht abzuläugnen ist, so folgt daraus rückwärts, dass die kryptogenen Gesteine, blos dieser beiden Eigenschaften wegen, durchaus nicht als weiland schlammartige Sedimente zu betrachten sind, welche durch einen inneren Umbildungsprocess eine vollständige materielle Umwandlung erlitten, ohne dass doch die formellen Verhältnisse der Structur einer Veränderung unterlagen.

Bei dem Allen ist jedoch nicht zu läugnen, dass eine völlig richtungslose Structur und eine ungeschichtete Architektur als die bei weitem häufigeren Verhältnisse der eruptiven Gesteine zu betrachten sind, während zugleich alle die durch plattenförmige, säulenförmige, kugelige und unregelmässig polyëdrische Absonderung bedingten Structuren bei ihnen zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehören (I, 905 f.), und namentlich die säulenförmige Absonderung für sie fast charakteristisch genannt werden kann.

§. 268. *Lagerungsfolge der eruptiven Gesteine.*

Für die Beurtheilung der Lagerungsfolge und der aus ihr zu erschliessenden chronologischen Reihenfolge der eruptiven Gesteine gelten ganz besonders die in §. 255 (S. 13 f. dieses Bandes) aufgestellten Kriterien, welche, bei dem Mangel aller organischen Ueberreste, eine solche Wichtigkeit erlangen, dass wir in Betreff ihrer noch einige Erläuterungen hinzufügen müssen.

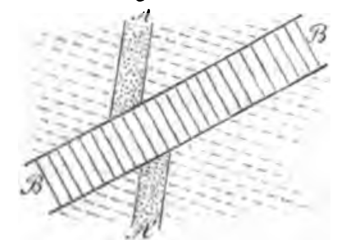
1) Dass eine in grosser horizontaler Verbreitung irgend anderen Gebirgsgliedern aufgelagerte, also in der Form einer Decke, eines Plateaus, eines Stromes oder einer aufgesetzten Kuppe vorliegende eruptive Gesteinsablagerung wirklich jünger sein müsse, als ihre Unterlage, diess ist so einleuchtend, dass es gar keiner weiteren Erläuterung bedarf.

2) Wenn aber eine eruptive Gesteinsablagerung von der so eben erwähnten Lagerungsform über geschichteten Gebirgsgliedern dergestalt ausgebreitet ist, dass die Schichten der letzteren von der Auflagerungsfläche unter bedeutenden Winkeln durchschnitten werden, so liegt in der Regel hinreichender Grund zu der Vermuthung vor, dass ein bedeutender Zeitraum zwi-

schen der Bildungsperiode dieser geschichteten Gebirgsglieder und der Eruptionsepoche des eruptiven Gesteines verflossen sei. Denn die Schichten der ersteren mussten ja nicht nur vorher gebildet und consolidirt, sondern auch nach ihrer Bildung und Verfestung aufgerichtet, und die Oberfläche des aufgerichteten Schichtensystemes musste mehr oder weniger abgetragen und planirt worden sein, ehe sich die eruptive Gesteinsablagerung auf ihr ausbreiten konnte.

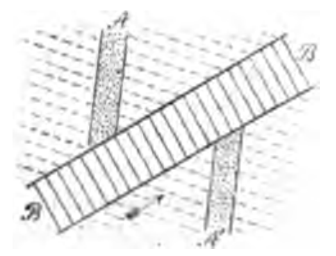
3) Dass jedes eruptive Gestein von durchgreifender Lagerung, dass also jeder Gang und jeder Gangstock eines eruptiven Gesteins jünger sein müsse, als das Nebengestein, welches von ihm durchsetzt wird, bedarf im Allgemeinen ebenfalls keines Beweises. Wohl aber dürfte hier der Ort sein, aufmerksam darauf zu machen, dass dieses Kriterium auch für die Gänge verschiedener eruptiver Gesteine Giltigkeit hat, dass also von zwei Gängen, von welchen der eine den anderen durchsetzt, der durchsetzende ebenfalls jünger ist, als der durchsetzte.

Diese Erscheinung wird häufig in solchen Gegenden angetroffen, wo Gänge verschiedener eruptiver Bildungen zugleich vorkommen. Es stelle z. B. die beistehende Figur den Grundriss eines Thonschieferfeldes vor, in welchem zwei regelmässig gestaltete, und folglich als Parallelmassen erscheinende verticale Gänge A und B aufsetzen, von denen der erstere aus Granit, der andere aus säulenförmig abgesondertem Grünstein besteht. Wenn nun der Grünsteingang den Granitgang durchschneidet, so befindet er sich zu ihm wirklich im Verhältnisse der durchgreifenden Lagerung, gerade so, wie diess mit beiden Gängen in Bezug auf den Thonschiefer der Fall ist.



Wie wir also aus diesem letzteren gemeinschaftlichen Verhältnisse beider Gänge schliessen, dass sowohl der Grünstein als auch der Granit jünger sein müsse, als der Thonschiefer, so schliessen wir aus dem Verhältnisse des einen Ganges zu dem anderen, dass der Grünstein später gebildet wurde, als der Granit. Wir haben angenommen, dass beide Gangspalten vertical seien, und dass für den Grünsteingang nur eine einfache Spaltenbildung ohne Verwerfung Statt gefunden habe, daher kann auch der eine Flügel A' des Granitganges nicht mehr genau in die Verlängerung des anderen Flügels A fallen, weil ja beide Flügel um die ganze Breite des Grünsteinganges aus einander gewichen sind.

Hätte bei der Spaltenbildung des Grünsteinganges zugleich eine Dislocation des einen Gebirgstheils gegen den andern (z. B. eine horizontale Verschiebung in der Richtung des Pfeiles in nachstehender Figur) Statt gefunden, so würden die beiden Flügel des Granitganges zugleich gegen einander verschoben oder verworfen worden sein. In solchem Falle sagt man, der jüngere Gang habe den älteren verworfen, und nennt ihn wohl auch den Verwerfer desselben. Dass aber dergleichen Erscheinungen bei Gängen von der verschiedensten Lage vorkommen können, bedarf kaum der Erwähnung; nur der leichteren Vorstellung wegen haben wir eine verticale Lage derselben vorausgesetzt. Zugleich mag daran erinn



werden, dass die Sache, so wie sie in der ersten Figur erscheint, nur als eine einfache, und nicht als eine mit Verwerfung verbundene Durchsetzung zu beurtheilen ist; es müsste denn eine Verwerfung in verticaler Richtung Statt gefunden haben, was freilich unter den angenommenen Voraussetzungen aus einem Grundrisse nicht zu ersehen sein würde*).

4) Es wurde schon oben (I, 877) erwähnt, dass die untergreifende Lagerung wohl eigentlich nur bei eruptiven Gesteinen vorkommt, obwohl ..r sehr ähnliche Erscheinungen zur Ausbildung gelangen konnten, wenn ..ockförmige Ablagerungen eines Gesteins, in Folge metamorphischer Einwir..ungen, eine sehr starke Volumvergrösserung erfahren haben; wie z. B. wenn Anhydritstöcke durch allmälige Umwandlung in Gypsstöcke übergingen, in..em dann die aufliegenden Schichten gleichfalls gesprengt, verschoben und ..fwärts gedrängt, und selbst von Adern des umgewandelten Gesteins durch..zen werden konnten. Dass aber (mit Ausnahme solcher, doch nur ähn..cher Fälle) diejenigen Erscheinungen, welche bei der wirklichen unter..eifenden Lagerung Statt finden, dass insbesondere der aufwärts ramifi..rende Gesteinsverband und die nicht selten vorkommenden Fragmente des ..erliegenden Gesteins in dem unterliegenden Gesteine für eine spätere Ab..erung dieses letzteren zeugen, diess kann wohl nicht bezweifelt werden.

5) Die Apophysen, also die Keile, Trümer und Adern, welche von den ..ptiven Gesteinsablagerungen so häufig in das Nebengestein auslaufen, und ..t selten die Dimensionen von Gängen und Stöcken erreichen, sind jeden.. als Beweise einer jüngeren Entstehung des eruptiven Gesteins zu betrach.., sie zeigen ja im Kleinen alle Eigenschaften der durchgreifenden Lagerung, ..d unterliegen daher ganz derselben Beurtheilung, wie die Gänge.

6) Dass die Fragmente anderer Gesteine, welche so häufig in eruptiven ..einsmassen eingeschlossen vorkommen, in allen Fällen einen Beweis für ..euere Bildung der letzteren, und für das höhere Alter der ersteren lie.. diess ist einleuchtend; denn diejenigen Gebirgsglieder, von welchen Fragmente abstammen, mussten ja schon als fertige, feste und starre Ge..smassen vorhanden sein, ehe Stücke von ihnen abgesprengt und in dem ..rale des eruptiven Gesteines eingeschlossen werden konnten.

Hierbei dürfen wir es jedoch nicht ausser Acht lassen, dass in den eruptiven ..einen bisweilen Concretionen zur Ausbildung gelangt sind, welche nach ..r Gestalt eine trügerische Aehnlichkeit mit Fragmenten oder Geschieben be..n können, und dass man daher nicht zu voreilig das Dasein solcher Ein..üsse behaupten darf, ohne sich von der klastischen Natur derselben überzeugt .. haben (I, 422).

* Der wesentliche Umstand, durch welchen sich eine einfache oder ungestörte Durch.. zu erkennen giebt, ist nämlich der, dass die beiden Querschnitte des durch..n Ganges in allen ihren einzelnen Theilen einander genau gegenüber liegen; dass .. von irgend einem Puncte des einen Querschnittes rechtwinkelig durch den Ver..ezogene Linie den correlaten Punct des zweiten Querschnittes trifft. Ist diess ..er Fall, so hat eine Verwerfung Statt gefunden.

7) Was endlich die durch das Hervorbrechen eruptiver Gesteinsmassen verursachten Störungen in der Structur und der Lagerung betrifft, welche sich als eine Zerbrechung und Zermalmung des Nebengesteins, als eine Stauchung, Knickung und Windung seiner einzelnen Schichten, als Aufrichtungen, Verwerfungen und Faltungen ganzer mächtiger Schichtensysteme zu erkennen geben, so dürfte es wohl nur von Wenigen bezweifelt werden, dass solche, eben so wie die bisweilen höchst auffallenden und weit hinausreichenden Metamorphosen des Nebengesteins, als vollgiltige Beweise der späteren Ablagerung und neueren Entstehung der betreffenden eruptiven Gesteine zu betrachten sind.

Es stehen uns daher mancherlei Kriterien zu Gebote, um das relative Alter einer eruptiven Bildung, oder um die Eruptionsepoche derselben in Bezug auf gewisse primitive, sedimentäre oder auch andere eruptive Bildungen zu bestimmen. Weil uns aber bei den Sedimentformationen in ihren organischen Ueberresten ein höchst wichtiges Merkmal für die Altersbestimmung zu Hilfe kommt, so wird bei einer jeden eruptiven Bildung unser Streben vorzüglich darauf gerichtet sein müssen, ihre Verhältnisse zu den angränzenden Sedimentformationen zu ermitteln, und daher wo möglich solche Stellen aufzufinden, wo entschieden Ueberlagerungen, gangartige Durchsetzungen, Durchtrümerungen, Störungen der Structur und Lagerung, oder metamorphische Veränderungen dieser Sedimentformationen durch die eruptive Bildung nachzuweisen sind. Denn die Chronologie der eruptiven Formationen stützt sich vorzüglich auf jene der sedimentären Formationen, und die etwaigen Zweifel über die Stellung eines eruptiven Gesteins werden am sichersten durch seine Relationen zu denjenigen sedimentären Gesteinen gehoben werden, mit welchen dasselbe in Contact und Conflict getreten ist. Dabei ist es einleuchtend, dass es in jedem Falle vorzüglich darauf ankommt, die jüngste unter allen denjenigen Formationen ausfindig zu machen, welche überhaupt von einer gegebenen eruptiven Bildung bedeckt, oder gangartig durchsetzt werden, oder auf irgend eine andere Weise mit ihr in Conflict gerathen sind.

§. 269. *Repetition gleichartiger eruptiver Formationen; Uebersicht derselben.*

Wenn wir nun, unter gewissenhafter Benutzung der so eben aufgestellten Kriterien, die verschiedenen in und auf der uns bekannten Erdkruste abgelagerten eruptiven Gesteinsmassen einer genauen Prüfung unterwerfen, so gelangen wir auf das Resultat, dass mitunter ganz ähnliche und daher gleichnamige Gesteine in sehr verschiedenen Zeiten zur Eruption und Ablagerung gelangt sind. Es ist diess ein sehr beachtenswerthes Resultat, von welchem es scheinen könnte, dass solches die Anwendung des Formationsbegriffes auf die eruptiven Bildungen erschweren müsse. Indessen lehrt eine nähere Betrachtung, dass diess keinesweges der Fall ist, und dass ein ganz ähnliches Verhältniss auch im Gebiete der Sedimentformationen vorkommt.

Verschiedene Sedimentformationen können bisweilen ganz ähnliche und petrographisch gar nicht unterscheidbare Gesteine enthalten, obgleich solche durch ihre bathrologischen Verhältnisse und paläontologischen Eigenschaften als wirklich verschiedene, und der Zeit nach vielleicht sehr weit aus einander liegende Bildungen erkannt werden. Wie also nicht selten einander bis zur Verwechslung ähnliche Sandsteine, Kalksteine, Schieferthone u. s. w., ihren anderweiten Verhältnissen zufolge, auf ganz verschiedene Sedimentformationen zu beziehen sind, so werden auch zuweilen einander ganz ähnliche Granite, Porphyre, Grünsteine, Serpentine u. s. w. auf verschiedene Eruptivformationen bezogen werden müssen, sobald es die Kriterien erfordern, auf welchen überhaupt eine Unterscheidung dieser Formationen beruht. Diese Repetition ähnlicher Gesteine wird nur desshalb etwas auffallender für die eruptiven, als für die sedimentären Formationen, weil man, ihrer ganzen Natur und Bildungsweise nach, daran gewöhnt ist, bei den letzteren auf die Gesteinsbeschaffenheit überhaupt ein geringeres Gewicht zu legen, wogegen bei den eruptiven Formationen der allgemeine petrographische Charakter ein Merkmal des ersten Ranges bildet.

Obgleich aber auch bei den Sedimentformationen dieselbe Repetition vorkommt, so haben doch die organischen Ueberreste jeder sedimentären Formation einen chronologischen Stempel aufgedrückt, an welchem wir die Bildungsperiode derselben zu erkennen vermögen, wenn auch ihre Gesteine den Gesteinen einer anderen Formation bis zur Verwechslung gleichen sollten. Da nun dieser chronologische Stempel den eruptiven Formationen fehlt, so finden wir uns freilich bei ihnen von einem sehr wichtigen Merkmale der Altersbestimmung verlassen, wodurch, in Ermangelung anderer Kriterien, bei grosser Gesteinsähnlichkeit Unsicherheiten herbeigeführt werden können.

Uebrigens folgt aus dieser Thatsache, dass die Bedingungen zur Eruption einer und derselben Gesteinsart nicht nur innerhalb längerer Zeiträume fortgedauert, sondern sich auch innerhalb ganz verschiedener Zeiträume wiederholt haben können. Wie weit oder wie eng hiernach der Umfang einer eruptiven Formation abgesteckt werden soll, das wird allerdings von anderen Verhältnissen abhängig zu machen sein. Wenn wir z. B. in einer basaltischen Gegend den einen Basalt gangförmig durch andere Basaltmassen hindurchsetzen sehen, so werden wir zwar beide als etwas älteren und jüngeren Basalt unterscheiden, ohne sie doch deshalb als wesentlich verschiedene Formationen zu betrachten: sie können nur, etwa so wie verschiedene Lavaströme eines und desselben Vulcanes, auf verschiedene, successiv zur Ausbildung gelangte Formationsglieder bezogen werden.

Was nun endlich die überhaupt zur Unterscheidung zu bringenden eruptiven Formationen betrifft, so möchten als die wichtigsten derselben etwa folgende aufzuführen sein:

Plutonische Formationen; solche eruptive Formationen, welche ohne die Mitwirkung eigentlicher Vulcane gebildet worden sind.

1) die Granulitformation; Granulit mit seinen Dependenzen.
2) die Granitformationen; Granite und Syenite jeden Alters.
3) die Grünsteinformationen; Diorite, Diabase, Augitporphyre, nebst ihren Conglomeraten und Tuffen.
4) die Ophiolithformation; Serpentine, Gabbro und Hypersthenit.
5) die Porphyrformationen; quarzfreie und quarzführende Felsitporphyre, nebst ihren Conglomeraten und Tuffen.
6) die Melaphyrformation; Melaphyre nebst ihren Conglomeraten und Tuffen.

B) Vulcanische Formationen; solche eruptive Formationen, welche in allen oder doch wenigstens in einigen Fällen unter der Mitwirkung wirklicher Vulcane gebildet worden sind:

7) die Trachytformation; Trachyte, Trachytporphyre, Phonolithe u. s. w.
8) die Basaltformation; Dolerite, Anamesite, Basalte u. s. w.
9) die Lavaformation; die Bildungen der neueren Vulcane.

In den letzteren drei Formationen spielen die aus ihren Gesteinen gebildeten Breccien, Conglomerate und Tuffe gleichfalls eine wichtige Rolle.

D. Verhältnisse der kryptogenen Formationen.

§. 270. *Eigenthümlichkeit der kryptogenen Gesteine.*

Die primitiven Formationen stellen eine in vieler Hinsicht so räthselhafte Erscheinung dar, dass es wohl noch mancher Forschungen bedürfen wird, bevor wir zu einer richtigen Einsicht ihres Wesens gelangen können. Während die vorwaltenden Gesteine derselben (wie z. B. Gneiss und Glimmerschiefer) ihrem mineralischen Bestande nach mit jenen ältesten eruptiven Gesteinen übereinstimmen, deren Wesen uns insofern selbst räthselhaft erscheinen muss, wiefern sie sich zwar unzweifelhaft als eruptive, aber doch nur hypothetisch als pyrogene Bildungen zu erkennen geben, so finden wir dagegen andere Gesteine (wie z. B. die Thonschiefer und Quarzite), welche dermaassen an sedimentäre Bildungen erinnern, und so begegnen wir in der Structur und der Schichtung aller dieser Gesteine solchen Analogieen mit den Verhältnissen der Sedimentgesteine, dass wir uns nicht wundern können, wenn man sich mittels der flexiblen Theorie des Metamorphismus*) aus dem Dilemma herauszuhelfen suchte, in welches man durch so widerstreitende Erscheinungen hineingedrängt wurde.

Wie aber eigentlich dieser Metamorphismus vorzustellen, und welche Ursache dabei in Wirksamkeit gewesen sei, darüber sind freilich die M[illegible]

---

*) *La flexible théorie du metamorphisme*, wie sie Elie de Beaumont, oder *la théorie complaisante*, wie sie Rivière sehr richtig bezeichnete, da sie sich in der That sehr gefügig und gefällig erweist, wo es darauf ankommt, für unerklärliche Dinge eine scheinbare Erklärung zu geben.

..ungen getheilt. Die meisten Geologen setzen die Einwirkung hoher Tempera-..uren, zum Theil auch gasiger oder dampfförmiger Exhalationen aus dem Erd-..innern voraus, und wir haben im ersten Bande S. 720 diejenige Ansicht er-..wähnt, welche von diesem Gesichtspuncte aus die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben dürfte. Andere Geologen nehmen hydrochemische, und noch andere ganz eigenthümliche, aber noch unerklärliche Umwandlungsprocesse ..n. Da nun aber ähnliche Gesteinsablagerungen, wie sie die primitiven For-..mationen zusammensetzen, zuweilen über sedimentären Formationen an-..getroffen werden, ohne dass ein Uebergang aus diesen in jene nachzuweisen ..st, so erwachsen hieraus gegen jede Theorie des Metamorphismus so unüber-..windliche Schwierigkeiten, dass es vor der Hand den Grundsätzen der wahren Naturforschung am meisten entsprechen dürfte, in dem Complexe dieser kryptogenen Gesteine ein Problem anzuerkennen, dessen Lösung von der Zu-..kunft zu erwarten ist, wenn Geognosie und Chemie gemeinschaftlich das ..e dazu beigetragen haben werden, uns über die Bildungsweise derselben aufzuklären.

Warum sollen es durchaus metamorphische Bildungen sein, welche uns ..n diesen Gesteinen vorliegen, und warum soll es der Natur nicht möglich gewe-..en sein, sie gleich ursprünglich*) so hervorzubringen, wie sie uns gegen-wärtig erscheinen? — Wenn die Gneissbildung von Münchberg in Oberfranken unmittelbar da, wo sie an ihrem nördlichen Rande dem Grauwackenschiefer flach ..fliegt, sogleich mit zollgrossen Feldspathknoten beginnt, und einen krystallini-..heren Habitus entfaltet, als diess oft weiter aufwärts der Fall ist, wer möchte ..den Gedanken an eine von oben nach unten, oder von unten nach oben fort-..schrittene Metamorphose gerechtfertigt finden! Man mag thermische oder hy-..rochemische Einwirkungen voraussetzen, immer bleibt der so auffallende und ..tzlich eintretende Contrast zwischen dem entschieden sedimentären Schiefer, ..d dem krystallinisch-grobkörnigen Silicatgesteine eine völlig unerklärliche Er-..heinung, weil es bei einem langsam wirkenden und stetig fortschreitenden Um-wandlungsprocesse ganz undenkbar ist, dass das aufliegende Gestein das Extrem ..er Metamorphose erlitten habe, während das unmittelbar darunter liegende Ge-..tein von ihr gänzlich verschont blieb. — Und wann soll denn die Um-..ndlung der eigentlichen primitiven Gesteine Statt gefunden haben? In dieser ..nsicht bemerkt Cotta sehr richtig, wie die Geschiebe von Gneiss, Glimmer-..hiefer, Hornblendschiefer u. s. w., welche sich in den ältesten Conglomeraten ..r Uebergangsformation oder Steinkohlenformation vorfinden, einen schlagenden Beweis liefern, dass sich jene Gesteine schon vor der Bildung dieser ältesten Se-..mentformationen in demselben Zustande befanden, wie heutzutage (Grundriss ..r Geognosie, S. 162); woraus denn auch folgt, dass sie ihre gegenwärtige Be-..schaffenheit schon besassen, noch ehe sie von Sedimentablagerungen so mächtig ..rdeckt wurden, dass dadurch ein bedeutendes Heraufrücken der höheren Erd-..mperatur verursacht werden konnte. — Eine neue Grundlage für unsere Specula-..onen über die Bildungsweise der kryptogenen und vieler eruptiven Formationen ..heint uns in den eben so glänzenden als überraschenden Resultaten geboten zu

* Wir schliessen uns völlig der Ansicht Beyrich's an, dass die dem Gneisse oder ..erschiefer eingelagerten Hornblendgesteine wohl niemals etwas Anderes waren, als ..e gegenwärtig sind. Bischof, Lehrb. der chem. Geol. II, 975.

sein, auf welche Daubrée, bei seinen Versuchen über die Einwirkung des stark überhitzten Wassers auf Glas, Kaolin, Thon u. a. Körper, gelangt ist. In diesen Resultaten und in denen von Daubrée selbst daraus gezogenen Folgerungen dürfte der Schlüssel zu finden sein, welcher uns den Eingang zu dem Verständnisse jener räthselhaften Gesteinsbildungen eröffnet *).

§. 271. *Primitive und neuere kryptogene Formationen.*

Indem wir also die kryptogenen Gesteine gleich anfangs wesentlich mit denselben Eigenschaften gebildet denken, mit welchen sie gegenwärtig vor uns erscheinen, entsteht uns für sie die Frage, ob und wie wir in ihrem Gebiete verschiedene Formationen zu unterscheiden haben werden.

Schon oben (S. 7 und 44) wurde es hervorgehoben, dass die primitiven Formationen fast aus lauter kryptogenen Gesteinen bestehen, indem nur ein Theil der Urschieferformation schon einen entschiedenen sedimentären Charakter an sich trägt. Alle diese Gesteine sind nun in der Regel mit einer mehr oder weniger ausgezeichneten Parallelstructur und Schichtung versehen: sie treten bald einzeln in grosser Einförmigkeit, bald aber mehrfach in so vielfältiger Abwechslung auf, wie man es bei sedimentären Gesteinen niemals zu beobachten pflegt, und sie erweisen sich als die tiefsten, als die wahrhaft fundamentalen oder themelischen Bildungen der Erdkruste, so weit solche unserer Beobachtung überhaupt zugänglich ist. Ihre Bildung muss nothwendig vor der aller übrigen uns bekannten Formationen Statt gefunden haben, für welche sie den eigentlichen Grund und Boden lieferten, welcher nur hier und da von eruptiven Granitmassen mit untergreifender Lagerung unterteuft wird. Dieses ihr allgemeines Lagerungsverhältniss wird durch die Namen fundamentale oder Grund-Formationen, ihre zeitliche Priorität aber durch die Namen primitive oder Ur-Formationen sehr richtig ausgedrückt.

Hiermit soll jedoch keinesweges behauptet werden, dass sie als die ursprüngliche und oberste Erstarrungskruste unsers Planeten vorzustellen sind, von welcher es überhaupt bezweifelt worden ist, ob sie irgendwo an der Erdoberfläche sichtbar zu Tage austritt. Auf welche Weise die Urformation eigentlich entstanden sei, diese Frage lassen wir einstweilen auf sich beruhen, weil sie bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse noch einen transscendenten Charakter hat. Sie hängt wesentlich zusammen mit der Frage nach der Entstehungsweise der ganz ähnlichen neueren kryptogenen Bildungen, welche nicht unter, sondern über sedimentären, und zwar über fast unveränderten sedimentären Schichten abgelagert, weder durch geothermische, noch durch hydrochemische Einwirkungen als sogenannte metamorphische Gebilde zu erklären sein dürften.

Was nun die Eintheilung der primitiven Formationen betrifft, so lassen sich vor der Hand nur zwei Formationen unterscheiden, nämlich die Urgneissformation und die Urschieferformation, von welchen jene, als

*) Wir haben diese Resultate bereits im ersten Bande (S. 690) zur Erwähnung gebracht und verweisen wegen der Folgerungen auf die ausführliche Mittheilung *Daubrée's* im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 15, *p.* 103 ff.

die untere und ältere, besonders durch Gneiss, diese, als die obere und jüngere, besonders durch Glimmerschiefer und Thonschiefer als vorherrschende Gesteine charakterisirt wird. Die erstere gestattet keine weiteren Abtheilungen; die letztere aber zerfällt in zwei grosse Formationsglieder, welche nach ihren vorwaltenden Gesteinen meist als Glimmerschieferbildung und Thonschieferbildung unterschieden werden können.

Diese Eintheilung entspricht ziemlich genau derjenigen, welche Logan für die Urformationen in Canada aufgestellt hat, wo er die *Laurentian group* als die untere, die *Huronian group* als die obere Abtheilung der azoischen Gebilde unterscheidet.

Es giebt aber auch, wie bereits erwähnt wurde, mächtige und weit ausgedehnte Ablagerungen von kryptogenen Gesteinen, welche durch ihre Lagerungsverhältnisse ganz entschieden als neuere Bildungen charakterisirt sind, obgleich sie in ihren übrigen Verhältnissen den primitiven Formationen so ähnlich erscheinen, dass man sie gewissermaassen als eine Repetition derselben betrachten möchte, wie man sie denn auch gewiss unter ganz ähnlichen Bedingungen und auf ähnliche Weise entstanden denken muss. Dergleichen Bildungen wollen wir unter den Namen der neueren Gneiss- und Schieferformationen einführen.

E. Reihenfolge für die Darstellung der Formationen.

§. 272. *Vorzüglichkeit der aufsteigenden oder progressiven Reihenfolge.*

Bevor wir zur Darstellung der einzelnen Formationen verschreiten können, haben wir uns noch die Frage zu beantworten, in welcher Aufeinanderfolge dieselben betrachtet werden sollen. Für die primitiven und sedimentären Formationen, in welchen sich die Perioden der Entwickelungsgeschichte der äusseren Erdkruste am bestimmtesten ausgedrückt zeigen, ist es unstreitig die zweckmässigste Methode, dieselbe Reihenfolge beizubehalten, welche in ihrer Lagerungsfolge hervortritt. Nun könnte man zwar darüber zweifelhaft sein, ob diese Reihenfolge in progressiver oder in regressiver, in aufsteigender oder in absteigender Ordnung zu Grunde gelegt werden solle, weil in vielen neueren Lehrbüchern der Geognosie die absteigende oder regressive Ordnung befolgt worden ist. Allein, was auch zu Gunsten dieser Darstellungsweise gesagt worden sein mag, sie ist und bleibt eine unnatürliche Ordnung, in welcher die zeitliche Aufeinanderfolge der Erscheinungen geradezu verkehrt, und die nothwendige Abhängigkeit aller späteren von allen früheren Bildungen gänzlich vernachlässigt wird.

Will man die Chthonographie oder die Geognosie der Erdkruste nur als eine blose Beschreibung desjenigen Gebäudes gelten lassen, welches uns in der Erdkruste vorliegt, so muss sie naturgemässerweise mit dem Fundamente, und nicht mit dem Dache des Gebäudes beginnen; soll sie uns aber zugleich eine Entwickelungsgeschichte dieses Gebäudes geben, so muss sie mit den ältesten Bildungen den Anfang machen, und allmälig zu den neue-

ren und neueren Bildungen fortschreiten. Nun folgt doch schon aus dem Begriffe der Formation, dass die Geognosie auch dieser zweiten Anforderung zu entsprechen habe; Geschichte lässt sich aber nicht in regressiver Ordnung vortragen; sie muss dem Gange der Zeit folgen, und kann die Reihe der Begebenheiten nur vorwärts, nicht rückwärts durchlaufen*). Welche von beiden Aufgaben man also auch im Sinne haben mag, so viel steht fest, dass die Geognosie nur dann naturgemäss verfahren wird, wenn sie die Formationen so weit als möglich in aufsteigender Ordnung betrachtet. Eine rückläufige Betrachtung kann nimmer naturgemäss sein, weil sie der wirklichen Entwickelung der Natur schnurstracks entgegen läuft, und uns mit jeder einzelnen Formation bekannt macht, ehe wir ihre Unterlagen kennen gelernt haben, von welchen doch viele ihrer wichtigsten Verhältnisse abhängig sein werden.

Werner sprach sich freilich in seiner im Jahre 1791 erschienenen Theorie der Gänge scheinbar im entgegengesetzten Sinne aus, indem er S. 123 die Regel aufstellte: ,,Was aber das Studium der Gebirgsformationen insonderheit betrifft, so muss man mit den neuesten Gebirgen. also den aufgeschwemmten Gebirgen anfangen, und dann zu den älteren und älteren, folglich von den aufgeschwemmten Gebirgen zu den neuesten Flötzgebirgen, und von diesen weiter zu den älteren Flötzgebirgen bis zu den Urgebirgen, und hier wiederum von den neuesten Urgebirgen bis zu den ältesten nach und nach fortgehen.'' In seinen Vorträgen über Geognosie hat er jedoch, so viel uns bekannt, stets die entgegengesetzte Ordnung befolgt. Auch bezog er wohl diese Regel mehr auf das Studium der Bildungsweise der Gesteine, als auf die wissenschaftliche Darstellung der Formationen, und insofern ist sie ganz richtig, weil wir durch das Studium der neuesten. noch jetzt vor unseren Augen erfolgenden Bildungen auf den richtigen Weg zur Erklärung der Bildungsweise der älteren Formationen geleitet werden. — In diesem Sinne, d. h. für den Zweck theoretischer Untersuchungen über die Bildungsweise der Gesteine sind wir auch völlig mit den Ansichten Lyell's und G. Bischof's einverstanden, dass man von den gegenwärtigen Zuständen der Erde, von den Erscheinungen auf ihrer Oberfläche auszugehen, und aus diesen auf frühere Zustände und frühere Erscheinungen zu schliessen habe.

Unter den französischen Geologen war es vorzüglich Alexander Brongniart, welcher die in neuerer Zeit so beliebte Methode der rückläufigen Darstellung in die Wissenschaft einführte. ,,Wir ziehen vor,'' sagte er, ,,die Formationen in der Reihe zu studiren, wie sie vorkommen, wenn wir in die Erdrinde eindringen. Wir kennen das Ende, aber nicht den Anfang. Wenn wir von oben nach

*) Sehr wahr sagte der General van der Wyck in Bezug auf die vorliegende Frage. Will man Geschichte schreiben, so lässt man nicht die Französische Revolution vorangehen, um nachher auf die Reformation zurück zu kommen. Neues Jahrb. für Min. 1836. S. 160. Ganz in demselben Sinne sprach sich eine der grössten wissenschaftlichen Auctoritäten Nordamerika's aus: *it has been often said, that Geology is history, the records of which are written in the rocks; and such is its highest departement. But is this clearly appreciated? — If so, why do we find text-books, even the one highest in authority in the English language, written back end foremost, like a History of England commencing with the reign of Victoria?* — (*Dana*, in *The Amer. Journ. of sc.* [2], *vol.* 22, *p.* 306). Indem Dana hiermit auf Lyell's vortreffliches Lehrbuch hindeutet, wird es ihm eben so erfreulich gewesen sein, als uns, zu sehen, dass in der neuesten Auflage von *Ansted's Elementary course of Geology* die einzige naturgemässe progressive Methode adoptirt worden ist, wie solches schon früher in desselben Verfassers descriptiver und praktischer Geologie geschehen war.

unten gehen, so werden die ersten Felsarten immer die ersten bleiben; beginnen wir aber mit den zu unterst liegenden, so könnte leicht der Fall eintreten, dass diejenigen, die wir jetzt die ersten nennen, in der Folge vielleicht eine weit grössere Ordnungszahl in der Reihe erhalten würden." (Die Gebirgsformationen der Erdrinde, übers. von Kleinschrod, 1830, S. 17.) Das hier angeführte Motiv hat aber doch zu wenig Gewicht, um die Umkehrung der chronologischen Ordnung rechtfertigen zu können.

Boué erklärte dagegen nach Werners Vorgange die progressive Reihenfolge in der Darstellung der Formationen für zweckmässiger; die neueren Schichten seien ja oft erst aus der Zerstörung der älteren hervorgegangen, es sei also logisch richtiger, die früheren Producte der Natur vor ihren späteren zu betrachten. (*Guide du Géologue voyageur*, 1836, *II, p.* 450.) Aus demselben Grunde sprach sich auch Featherstonhaugh für die aufsteigende Ordnung aus, welcher Buckland gleichfalls das Wort redete, indem er sagte: *it will be premature, to enter upon the consideration of derivative strata, untill we have considered the history of the primitive formations*; (*Geology and Mineralogy*, 1836, *p.* 39). Seitdem sich übrigens auch Murchison für die Rückkehr zu dieser Ordnung erklärt hat (*The Geology of Russia*, 1845, *p.* 9*) ist zu hoffen, dass die alte Wernersche Methode auch bei uns wieder zu Ehren kommen wird, wie diess wohl auch in Frankreich geschehen dürfte, wo sich Alcide d'Orbigny entschieden für die aufsteigende Ordnung erklärte; (*Cours élém. de Paläontologie, II*, p. 259).

Die Aufgabe der Geognosie lässt sich ja in mancher Hinsicht mit jener der Anatomie vergleichen. In dieser Wissenschaft ist es aber von jeher für das Zweckmässigste erachtet worden, den Anfang mit der Lehre vom Skelet, also mit der Osteologie zu machen, hierauf von innen nach aussen fortzugehen, und endlich mit der Lehre von der Haut, oder mit der Dermatologie zu schliessen. Denn die Verhältnisse der Haut sind abhängig von denen der Muskeln, welche sie bedeckt; die Verhältnisse dieser sind abhängig von denen der Flechsen und Bänder, wie die letzteren wiederum den Knochen angeheftet sind. Es ist daher wohl noch keinem Anatomen eingefallen, seine Wissenschaft mit der Dermatologie zu beginnen und mit der Osteologie zu beschliessen. Aus ganz ähnlichen Gründen scheint uns die Betrachtung der Formationen nur dann naturgemäss eingeleitet und durchgeführt zu werden, wenn man mit den ältesten und tiefsten Formationen beginnt, und von ihnen zu den jüngeren und oberen Formationen aufsteigt.

§. 273. *Schwierigkeit der Einordnung der eruptiven Formationen.*

Während wir also die Formationslehre mit den primitiven Formationen eröffnen, und dann die Reihe der Sedimentformationen in derselben Ordnung folgen lassen werden, nach welcher sie in §. 264 aufgeführt worden sind, so lässt sich für die eruptiven Formationen ein ähnliches Verfahren nicht wohl mit Consequenz durchführen. Es hat diess seinen Grund darin, dass die Epochen der eruptiven Formationen noch nicht in allen Fällen mit hinreichender Gewissheit ermittelt worden sind, dass diese Epochen bisweilen für eine und dieselbe Formation in etwas verschiedene Zeiten und keinesweges immer mit dem Anfange oder dem Ende einer von denjenigen Perioden zusammen fallen, welche durch die sedimentären Formationen bestimmt werden, indem viele eruptive Bildungen mitten in dem Verlaufe einer solchen Periode hervorgetreten sind.

In Berücksichtigung dieser Verhältnisse möchte nun allerdings das jetzt ziemlich allgemein befolgte Verfahren zweckmässig erscheinen, die Reihe der eruptiven Formationen ganz abgesondert nach der Reihe der Sedimentformationen in Betrachtung zu ziehen, und die Verbindung beider Reihen der Zukunft zu überlassen, wenn die genaueren und vervielfältigten Untersuchungen zu bestimmteren Resultaten über die Aufeinanderfolge und das gegenseitige Eingreifen der beiderlei Natur-Operationen geführt haben werden, durch welche diese verschiedenen Formationen entstanden sind.

Um jedoch die Betrachtung dieser beiden, so vielfach in einander eingreifenden Reihen nicht gänzlich zu trennen, und um wenigstens einigermaassen dieselbe Aufeinanderfolge zu beobachten, welche die Natur selbst bei der successiven Ausbildung der beiderseitigen Gebilde befolgt zu haben scheint, wollen wir versuchen, die Darstellung der eruptiven Formationen, so gut es sich thun lässt, zwischen die Betrachtung der grösseren Gruppen einzuschalten, welche in der Reihe der Sedimentformationen hervortreten.

Zweiter Abschnitt.

Primitive Formationen.

Erstes Kapitel.

Primitive Gneissformation.

§. 274. *Gesteine der Urgneissformation.*

Wir lassen dieser ältesten Bildung der uns bekannten Erdkruste den Namen Gneissformation, weil Gneiss ihr vorwaltendes und charakteristisches Gestein ist, und fügen das Prädicat primitiv hinzu, um sie von anderen, jüngeren Gneissbildungen zu unterscheiden. Sie wird wesentlich von lauter kryptogenen Gesteinen gebildet, von denen jedoch einige in solche Gesteine übergehen, welche gewöhnlich als eruptive Gebilde aufzutreten pflegen; wie diess namentlich mit dem Gneisse selbst der Fall ist, der gar häufig einen Uebergang in Granit erkennen lässt. Ausser dem herrschenden Gneisse sind als mehr oder weniger untergeordnete Gesteine und Mineral-Aggregate besonders folgende zu erwähnen:

1) Krystallinische Silicatgesteine;
   Granit, Hornblendschiefer, Glimmerschiefer, Quarzit, Hälleflint, Granulit, Chloritschiefer, Serpentin, Eklogit, Disthenfels und Eulysit.
2) Krystallinische Haloidgesteine;
   Kalkstein und Dolomit, nebst ihren Begleitern, unter denen besonders Graphit und Smirgel zu erwähnen sind.

3) **Erzlagerstätten;**
Magneteisenerzlager und andere z. Th. sehr vielfach zusammengesetzte Erzlager.

Indem wir über die allgemeinen petrographischen Verhältnisse der meisten dieser Gesteine auf Dasjenige verweisen, was in der Synopsis der Gesteine (I, 545—578, auch 510 f. und 522 f.) gesagt worden ist, wollen wir doch an gegenwärtigem Orte noch einige besondere Betrachtungen einflechten, welche sich auf den primitiven Gneiss und die ihm associirten Gesteine beziehen.

Wir müssen unsere Leser daran erinnern, dass wir uns bei der Annahme einer Urgneissformation und primitiver Formationen überhaupt mit der Mehrzahl der Geologen im Widerspruche befinden, und verweisen deshalb auf S. 7 f. dieses Bandes. Sogar für Norwegen hat sich Kjerulf gegen die Annahme einer solchen Formation erklärt, und Mejdell hält es für unzweifelhaft, dass die Gneisse und Hornblendschiefer der Gegend von Kongsberg ursprünglich sedimentäre Schichten waren, welche später metamorphosirt wurden. *Nyt Mag. for Naturvidensk.* IX, 1857, S. 361. Nach unserem Dafürhalten ist der primitive Charakter der dortigen, wie aller anderen Urgebirgs-Territorien ganz unabhängig von den theoretischen Ansichten über die Ausbildungsweise derselben; er wird aber durch die Lagerung derselben unter den ältesten fossilhaltigen und unzweifelhaft sedimentären Schichten, durch ihre petrographische Natur und durch ihre Schichtenstellung dargethan. Es kann uns nicht wundern, dass sich die Lehre vom Metamorphismus einer so bereitwilligen Aufnahme in einem Lande zu erfreuen hat, wo die Hypothese von der Transmutation der Gesteine schon lange einen so respectabeln Vertreter gefunden hatte. Wenn jedoch von Norwegen, und überhaupt von Scandinavien aus die Existenz einer primitiven Formation in Zweifel gestellt wird, so möchte man freilich befürchten, diesen Begriff nirgends mehr zur Geltung bringen zu können.

Obgleich aber Kjerulf in den grossen scandinavischen Gneiss-Territorien blose metamorphische silurische und cambrische Schichten erblickt, so lässt er uns dennoch die Hoffnung, dass dort noch etwas der primitiven Formation erhalten bleiben wird. „Wir haben (sagt er a. a. O. S. 224,) in Scandinavien ganz gewiss grosse Strecken aus Granit, Gneiss und metamorphischen Schiefern bestehend, und weil wir kaum irgendwo ältere finden werden, so verdienen solche vielleicht die Namen Urgranit, Urgneiss, Urschiefer. Darum gehört aber nicht aller Gneiss, gehören nicht alle vollkommen krystallinische Schiefer dieser ältesten Formation.“ Hiermit haben wir uns längst einverstanden erklärt.

§. 275. *Primitiver Gneiss.*

Der primitive Gneiss erscheint fast in allen möglichen Varietäten, wie solche überhaupt bei dem Gesteine Gneiss vorkommen können; doch lassen sich diese Varietäten besonders in zwei Gruppen bringen, und als Glimmergneiss und Hornblendgneiss unterscheiden, je nachdem, ausser Feldspath und Quarz, entweder Glimmer, oder Hornblende als dritter wesentlicher Gemengtheil vorhanden ist.

Ueber die wichtigsten Varietäten des gemeinen oder glimmerhaltigen Gneisses ist nachzusehen, was im ersten Bande S. 546 ff. bemerkt worden ist; hier haben wir nur noch des sogenannten porphyrartigen Gneisses zu ge-

denken, welcher durch einzelne grössere Körner oder körnige Concretionen von Feldspath eine porphyrähnliche Structur erhalten hat, und wohl auch, bei dick linsenförmiger Gestalt dieser Feldspathknoten, Augengneiss genannt worden ist.

Dergleichen Gneiss findet sich z. B. nach Kittel bei Aschaffenburg, nach Hausmann bei Jönköping in Schweden, nach Leopold von Buch's und meinen eigenen Beobachtungen auf Dovrefjeld in Norwegen, besonders in den Umgebungen des Snöhättan, nach Macculloch auf der Insel Lewis, einer der Hebriden, nach Hitchcock in Connecticut, in welchen Gegenden er wohl überall zur Urgneissformation gehören dürfte. Wenn die eingesprengten Feldspathkrystalle eine langgestreckte Form haben, so liegen sie bisweilen mit ihren längsten Axen parallel wie z. B. nach Hoffmann an der Punta della Figurella in Sicilien.

Auch verdient noch erwähnt zu werden, dass namentlich die grauen Varietäten des Glimmergneisses nicht selten neben dem Orthoklas auch Oligoklas als feldspathigen Gemengtheil enthalten. Ja, der letztere wird zuweilen recht vorwaltend, wie z. B. nach Svanberg in dem ganzen Striche von Calmar bis Gefle. *Daubrée, Mém. sur les dépots metallif. de la Suède, p. 4.*

Glimmergneiss und Hornblendgneiss stehen zu einander in demselben Verhältnisse, wie Granit und Syenit; sie sind durch petrographische Uebergänge und durch lagenweise Wechsellagerung auf das Innigste mit einander verbunden, und können daher nur als verschiedene Gesteine einer und derselben Formation gelten. Im Allgemeinen kommt jedoch der Glimmergneiss weit häufiger vor als der Hornblendgneiss, daher man denn auch unter dem Worte Gneiss schlechthin allemal den ersteren zu verstehen pflegt.

Ausser den bereits Band I, S. 548 erwähnten accessorischen Bestandtheilen des Gneisses, unter denen besonders Granat, Schörl, Pistazit und Magneteisenerz als die häufigeren zu betrachten sein dürften, gedenken wir noch des Spinells, Sapphirs und Zirkons, welche nach Davy auf der Insel Ceylon ursprünglich im Gneisse eingewachsen vorkommen, des Stauroliths, von welchem nach Shepard sehr schöne Krystalle in grosser Menge bei Landaff in Neu-England im Gneisse enthalten sind, des Molybdänglanzes, welcher auf Bornholm, und mehrorts in Schweden, auch in Massachusetts, Connecticut, Maine im Gneisse vorkommt, und endlich des Graphites, als eines theilweisen oder gänzlichen Vertreters des Glimmers, im Gneisse von Passau und des mittleren Böhmen bei Markirchen, Fraize und Wisembach in den Vogesen, im grauen Gneisse von Tunaberg in Schweden, und von anderen Orten. — Man hat diesen Graphit für eine Pseudomorphose nach Glimmer erklären wollen, wie es scheint, um auch in diesem Falle die organische Abstammung des Kohlenstoffs geltend zu machen. Gümbel, welcher die graphithaltigen Gneisse des bayerschen Waldgebirges sehr genau studirt hat, erklärt sich entschieden gegen eine solche Deutung. Neues Jahrb. für Min. 1855, S. 175.

Von accessorischen Bestandmassen sind im Gneisse besonders häufig krystallinisch grob- bis grosskörnige Ausscheidungen von Quarz und Feldspath, auch wohl mit etwas Glimmer, zu erwähnen, welche meist als ganz unregelmässig gestaltete Nester, als Lagen oder Trümer*), selten als be-

*) Dass diese Lagen und Trümer keinesweges immer als Gänge, d. h. als spätere

sammter contourirte Nieren erscheinen, einige Zoll bis mehre Fuss im Durchmesser haben, und, je nach dem Verhältnisse ihrer Bestandtheile, [bald als granitische, bald mehr als quarzige oder als feldspathige Gebilde erscheinen, bisweilen auch einen vollkommenen Schriftgranit darstellen. Mitunter bestehen diese Ausscheidungen in der Mitte fast nur aus reinem Quarz, und an ihrer Peripherie aus Feldspath; auch umschliessen sie nicht selten mancherlei Mineralien besonders Oligoklas, Albit, Turmalin, Beryll) als accessorische Gemengtheile. Oft sind es geradezu Nester und förmliche kleine Stöcke eines sehr grosskörnigen Granites, welche, als gleichzeitige Concretionen des Gneisses, nach allen Richtungen mit dem Nebengesteine auf das Innigste verflochten und verwachsen sind.

So sah Scheerer am Hitterdalsee in Tellemarken kleinere Quarznester mit einer Umgebung von Feldspath, an der Südspitze der Insel Buöe (unweit Arendal) aber eine über 20 Fuss mächtige Ausscheidung, die in der Mitte vorwaltend aus Quarz, an ihrem Rande dagegen aus z. Th. cubikfussgrossen Feldspath-Individuen besteht, welche es auf das Deutlichste erkennen lassen, dass sie bereits krystallisirt waren, als der Quarz noch eine weiche Masse bildete. Auf der nicht weit davon liegenden Insel Flagstadöe wiederholt sich dieselbe Erscheinung in einem noch grösseren Maassstabe; der weisse Quarz wird von colossalen Orthoklas-Individuen umgeben, und enthält hier und da schwarze Glimmertafeln von bisweilen mehren Quadratfuss Oberfläche. (Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 633, 660 und 662). — Als eine besondere Merkwürdigkeit verdient es erwähnt zu werden, dass Zschau in einem grosskörnigen Granitneste des Gneisses bei Arendal Einschlüsse von Anthracit gefunden hat. Allg. deutsche naturhist. Zeitung, II, 1856, S. 201.

Ueber die Structur und die Schichtung des Gneisses ist Manches zu sagen. Seine Parallelstructur, welche als das eigentliche Unterscheidungsmerkmal vom Granit betrachtet werden muss, ist mit allen möglichen Modificationen ausgebildet, weshalb besonders körnigschuppige, körnigflasrige, flasrige, schiefrige, körnigstreifige und stänglige, oder überhaupt stark gestreckte Gneisse zu unterscheiden sind. Mit dieser Parallelstructur steht nun die lagenweise Zusammensetzung mancher, und die Schichtung aller Gneissvarietäten im genauesten Zusammenhange.

Die körnigstreifigen Gneisse lassen nämlich in Folge des unaufhörlichen Wechsels ihrer vorwaltenden Bestandtheile (wobei bald Glimmer bald Hornblende die Hauptrolle spielt) eine Zusammensetzung aus lauter zoll- bis fussdicken Lagen erkennen, welche durch ihre oft sehr verschiedene Farbe schon aus der Ferne sehr in die Augen fallen. Auch kommt eine ähnliche Zusammensetzung in den flasrigen und schiefrigen Gneissen vor, wenn der Glimmer bald mehr bald weniger angehäuft ist. Sowohl die Parallelstructur als auch diese lagenweise Gliederung sind nun in der Regel der Schichtung des Gneisses vollkommen parallel, indem nur äusserst selten eine

[illegible]ungen, sondern meist als gleichzeitige Gebilde zu deuten sind, darauf hat noch [illegible]dings Fischer hingewiesen, in Berichten der naturf. Ges. zu Freiburg, 1857, S. 816, [illegible].

Discordanz in der Lage der Structurfläche und der Schichtungsfläche beobac tet worden ist (I, 549).

Die Schichten des Gneisses sind gewöhnlich ebenflächig ausgedehr und lassen sich dann in schöne und grosse Platten brechen; sie können ab auch, eben so wie die einzelnen Gesteinslagen, durch mancherlei Biegung in so verworrene Windungen übergehen, dass sich ihre Formen zuletzt g nicht mehr beschreiben, sondern nur mit ähnlichen Gestalten vergleichen la: sen. Namentlich zeigen die, in ihren einzelnen Lagen oft granitähnlichen, kör nigstreifigen Gneisse nicht nur sehr häufig wellenförmige, gekräuselte, ur zickzackförmige Windungen, sondern auch bisweilen die wunderbarsten Ve drehungen und Verschlingungen ihrer Lagen und Schichten, dergestalt da: die in ihren Felswänden entblösten Profile an die Zeichnungen der marmorirt Papiere, oder an die Windungen der Holzlagen in knotigen Bretern erinner Auch haben sie nicht selten eine geringe Ausdehnung im Streichen, sind o mehr in der Form von Lagerstöcken ausgebildet, und zeigen überhaupt Ver hältnisse, wie sie bei den Schichten sedimentärer Formationen kaum jema angetroffen werden.

Die Eigenschaft, in Platten zu brechen, ist theils als Spaltbarkeit in der Paral lelstructur des Gesteins, theils in seiner Schichtung begründet, wenn nämlic die Schichten nur einige Zoll bis einen Fuss stark sind, und also die für Gesteins platten erforderliche Dicke besitzen. Dergleichen Platten werden in den meiste Gneissregionen gebrochen, und bisweilen selbst zum Dachdecken benutzt. So be richtet Saussure, dass der Gneiss an der Toccia, unweit Domo d'Ossola, aus gezeichnet schöne Platten liefert, welche bei bedeutender Grösse oft kaum eine Zoll dick sind, daher sie bis nach Mailand und weiter verfahren werden; ma nennt diesen Gneiss Sarizzo, und die Häuser von Domo d'Ossola, Mergozzo Ugogna und anderen Orten, bis an den Comer See hin, sind mit seinen Platte gedeckt. Auch liefert er Säulen und Stöcke, dergleichen Saussure eine von 15 F Länge, 5 — 6 Zoll Breite und 3 Zoll Dicke sah. Eben so wird der Gneiss von St Roch, 3 Stunden von Formazza, von den Bewohnern der Gegend durch Keile i Platten von höchstens einem Zoll Dicke gespalten, welche zum Dachdecken ge braucht werden. (*Voyages dans les Alpes*, §. 1757 und 1769). Hitchcock erzählt dass der Gneiss in Massachusetts, welcher einen vortrefflichen Baustein liefert leicht in 10 bis 12 F. lange und dabei nur wenige Zoll dicke Platten gebrochen werden könne, ja dass er nicht selten Platten von 20 bis 30 Fuss Länge und halb so grosser Breite liefert. (*Report on the geology of Massachusetts, p.* 19 und 390.)

Was aber die vorher erwähnten Windungen und Biegungen der Gneisslagen betrifft, so liefern manche Gneissregionen Scandinaviens höchst auffallende Beispiele derselben; wie z. B. die Westküsten Norwegens zwischen Bergen und Trondhjem, wo diese Windungen bisweilen ein solches Gewirre darstellen, als wäre das Gestein aus einem zähflüssigen Zustande, im Momente eines heftigen Aufwallens und Durcheinanderwogens seiner Massen plötzlich zur Erstarrung gelangt; (Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens, II, S. 130 und 166). Scheerer fand eben so die launenhaftesten und sonderbarsten, nur mit den Figuren der marmorirten Papiere vergleichbaren Windungen in der Gegend von Kongsberg, Brevig und Flekkefjord; (Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 632 ff.); und Keilhau erwähnt sie von unzähligen Puncten Norwegens. Macculloch beschreibt dieselben Erscheinungen von den Inseln Tirey, Coll, Lewis und Long-Island als *contortions so intricate and capricious, that the imagination can scarcely exceed them*:

System of Geology, II. 143 und Descr. of the Western Islands I). Charpentier erwähnt sie aus dem Gneisse der Pyrenäen, dessen Lagen auf die bizarrste Weise gewunden und gekrümmt, auch dabei im Kleinen wellenförmig und zickzackförmig gefaltet seien; (Essai sur la constit. geogn. des Pyrenäes, p. 141). Hochstetter bemerkt, dass im südöstlichen Theile des Gneissgebietes des Böhmerwaldes, im oberen Moldauthale, die Gneissschichten ganz ausserordentlich gewunden, ja oftmals cylindrisch gerollt sind, so dass mau im Querbruche einen Holzstamm mit Jahresringen zu sehen glaubt. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, V, S. 575. Und so wiederholt sich dasselbe Structur-Verhältniss in vielen anderen Gneissregionen.

Die mehrfach ausgesprochenen Zweifel gegen die **Wirklichkeit** einer Schichtung des Gneisses scheinen uns durchaus ungegründet zu sein, denn es fehlt seinen Parallelmassen keines der Merkmale, durch welche die Schichtung überhaupt charakterisirt wird (I, 458), obwohl sie in manchen und besonders in den granitartigen Varietäten mehr oder weniger undeutlich werden kann. Die meisten jener Zweifel sind aus gewissen theoretischen Ansichten über die Entstehungsweise des Gneisses hervorgegangen, und dürften sich leicht erledigen, selbst wenn diese Ansichten zum Theil richtig sein sollten.

So behauptete z. B. Kapp, dass die sogenannte Schichtung des Gneisses und selbst des Glimmerschiefers immer und überall nur eine **vermeintliche** Schichtung, und eigentlich nichts Anderes, als eine schiefrige Structur sei, weil er unter Schichten überhaupt nur neptunisch gebildete Absätze verstanden wissen will, während er den Gneiss für ein plutonisches Gebilde erklärt; (Neues Jahrb. für Min. 1834, S. 256 f.). Ganz in demselben Sinne und aus demselben Grunde erklärte *Featherstonhaugh*: *what has been called the stratification of these ignigenous rocks, may be owing to the principle, which occasions their fissility*; (*Report of the geol. reconn. by the way to the coteau of Prairie*, 1836, *p.* 30). Coquand betrach-
Bei der geognostischen Untersuchung eines Gneissterrains ist die Bestim-
tete manchen Gneiss als einen *granite stratoide mais non stratifié*; *Bull. de la soc. geol. t. IX*, 1838, *p.* 222). Rivière, welcher sich den Urgneiss als ein Glied der ursprünglichen Erstarrungskruste unsers Planeten vorstellt, meint ebenfalls, derselbe bilde keine wahren Schichten, sondern sei nur ein fissiles oder pseudostratificirtes Gestein; (*Comptes rendus, t.* 25, 1847, *p.* 898). Allein wenn wir auch zugestehen müssen, dass die granitartigen Gneisse nicht immer deutlich geschichtet sind, so finden wir doch bei den meisten übrigen Varietäten eine so deutlich ausgeprägte Schichtung, dass sie von Niemand in Zweifel gezogen werden kann.

Bei der geognostischen Untersuchung eines Gneissterrains ist die Bestimmung der **Lage seiner Schichten** eine der wichtigsten Aufgaben, auf welcher allein die Erkenntniss seiner Architektur beruht. Dabei kann man sich an die, durch die Schieferung oder Spaltbarkeit angezeigten **Structurflächen** halten, weil solche im Allgemeinen der Schichtung immer parallel sind.

Viele Gneissvarietäten lassen auch eine mehr oder weniger deutliche **Streckung** erkennen, welche bisweilen in solcher Vollendung ausgebildet ist, dass durch sie die Plattung oder Schieferung nicht nur maskirt, sondern vielleicht ganz unscheinbar gemacht wird (I, 433). Obwohl nun die eigentliche Ursache und Bedeutung dieses Structurverhältnisses noch nicht völlig aufgeklärt ist, so dürfte doch selbiges keineswegs zu vernachlässigen sein. Wo es

sich also zu erkennen giebt, da ist die Richtung der (den Structurflächen derzeit parallelen) Streckungslinien gleichfalls zu bestimmen, indem man, wenig geneigten Schichten, das Streichen, bei stark geneigten Schichten, Neigungswinkel dieser Linien gegen die Falllinie der Schichten aufzeichnet.

Ausser den Schichtungsfugen zeigt der Gneiss, wie alle übrigen Gestei auch mehr oder weniger häufige Klüfte, welche diese Fugen und die ih entsprechenden Structurflächen unter grösseren oder kleineren Winkeln dur schneiden. DieseZ erklüftung ist zwar öfters nur in kleinerem Maassstabe ohne besondere Regelmässigkeit ausgebildet; nicht selten aber zeigen Klüfte eine bedeutende Ausdehnung und einen ziemlich regelmässigen Verl indem sie ebenflächig gebildet sind, und einen gegenseitigen Parallelismus l haupten. Bisweilen sind zwei dergleichen Kluftsysteme vorhanden, wel sich unter ziemlich constanten Winkeln durchschneiden, und daher wenigst innerhalb beschränkter Regionen eine gewisse Regelmässigkeit erkennen l sen. In solchen Fällen wird auch die Lage dieser Klüfte zu berücksich gen sein.

Bei denen mit einer deutlichen Streckung versehenen Gneissvarietäten st diese Zerklüftung gar häufig in einer bestimmten Relation zu der Structur, ind das eine Kluftsystem die Streckungslinien fast rechtwinkelig durchschneidet, w rend das andere System ihnen ungefähr parallel und zugleich beinahe rechtw kelig auf den Schichten ist.

Petrographische Uebergänge zeigt der Gneiss, als Glimmergneiss b sonders häufig in Glimmerschiefer und in Granit, bisweilen auch in Granul als Hornblendgneiss in Hornblendschiefer, Amphibolit und in syenitartige G steine, während beide Varietäten, durch Zurücktreten des Feldspathes und d Glimmers oder der Hornblende, in Quarzit übergehen können. Alle die Uebergänge können theils von einer Schicht zur andern, oder normal auf d Schichtung, theils innerhalb einer und derselben Schicht, oder im Stre chen der Schichten Statt finden, und bedürfen im Allgemeinen keiner weit ren Erläuterung. Nur die Uebergänge in Granit werden wir sogleich etw ausführlicher besprechen, obwohl auch sie von so vielen Beobachtern in so vi len Gegenden nachgewiesen worden sind, dass sie als eine ganz gewöhnlic Erscheinung gelten müssen.

Die Terrainformen der Gneissregionen sind sehr verschieden, w denn überhaupt die Reliefformen eines Landstrichs nicht nur von der Bescha fenheit seiner Gesteine, dafern sie nur überhaupt feste Gesteine sind, sonde auch von anderen Verhältnissen abhängig zu sein pflegen. So finden wir der auch in denen vorwaltend aus Gneiss bestehenden Landstrichen bald sel sanfte Terrainformen, flach undulirte Plateaus, in welchen nur die Thalei schnitte schroffere Formen entblöst haben; bald aber auch scharfe Kämm zackige Gipfel und andere auffallende Berggestalten.

Diess Letztere ist z. B. nach Macculloch der Fall in einigen Gegenden vo Sutherland, und auf den Inseln Coll und Rona, deren Gneissberge einen seltsa men Anblick gewähren sollen. Eben so erwähnt Dufrénoy, dass das Gneissterrai

Centralfrankreichs oft schroffe und scharf ausgezackte Gipfel zeigt. In Norwegen ragen die Gneissinseln an der Westküste des Landes nicht selten mit sehr auffallenden Gestalten über den Meeresspiegel auf; in den dasigen Fjorden stürzt der Gneiss oft mit fast senkrechten Wänden mehre 1000 F. tief in das Meer, und in Romsdalen erscheinen abenteuerlich gestaltete, mit zackigen Kanten und spitzen Hörnern versehene Bergformen, welche dem dortigen Gebirge eine höchst imposante Physiognomie ertheilen. Die Troldtindene bilden daselbst eine lange Reihe säulenförmiger und obeliskenähnlicher Klippen; schmale Steinmassen, von denen man glauben möchte, jeder Sturmwind müsse sie von ihrem schwindelnden Standpuncte hinab in die Thaltiefe schleudern; denn kaum könnte die muthwilligste Einbildungskraft sich kühnere Felszacken aussersinnen, als sie dort die Natur dem staunenden Wanderer auf die jähe Wand eines 3000 Fuss tiefen Thalabgrundes zur Schau hinstellte; (vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, S. 192 f.). Nach Darwin bildet der Gneiss in der Umgegend von Rio de Janeiro spitze und schroffe Berge, wie man sie nur am Phonolith und an anderen vulcanischen Gesteinen zu sehen gewohnt ist. Auch die Alpen liefern zahlreiche Beispiele von höchst auffallenden Berg- und Thalformen, so wie von schroffen und verwegenen Felsgestalten des Gneisses. — Desungeachtet ist nicht zu läugnen, dass die Oberfläche der meisten Gneissregionen mehr durch sanfte und wellige, als durch schroffe und zackige Configuration ausgezeichnet ist.

Durch die Verwitterung wird der Gneiss theils zu einem morschen, weissen Grus aufgelockert, welcher endlich in sandigen Lehm zerfällt, theils in ...men Kaolin umgewandelt. Die Zersetzung des Gesteins findet zumal in engen Schluchten, Wasserissen, Hohlwegen und alten Steinbrüchen Statt, und ... bisweilen sehr tief hinabreichen. Nach H. Rogers ist der Gneiss um Philadelphia oft bis 20 Fuss tief völlig zerrüttet, und nach Darwin reicht die Zersetzung desselben bei Bahia und Rio Janeiro stellenweise bis zu 100 F. Tiefe. ...weilen effloresciren Bittersalz oder Alaun aus dem in der Zersetzung begriffenen Gesteine.

§. 276. *Dem Urgneisse untergeordnete krystallinische Silicatgesteine.*

1. Granit ist wirklich ein Gestein, welches in manchen Gegenden als ...s Glied der Urformation auftritt, und mit dem primitiven Gneisse durch petrographische Uebergänge und durch Wechsellagerung so innig verbunden erscheint, dass eine Trennung beider Gesteine ganz unmöglich sein würde. Der Gneiss verliert nämlich seine Parallelstructur, indem die Glimmerblättchen ... ganz regellose Lage annehmen, oder auch die lagenweise Sonderung der Gemengtheile verschwindet, und so entsteht ein mehr oder weniger ausgezeichneter Granit, welcher, ohne gerade innerhalb seiner selbst geschichtet zu ...n, doch in schichtenähnlichen z. Th. sehr mächtigen Parallelmassen zwischen dem Gneisse eingelagert ist, mit welchem er beständig zu alterniren pflegt. So bildet denn dieser dem Gneisse untergeordnete Granit mit ihm selbst ein Ganzes, ein einziges, ungetheiltes und untheilbares Formationsglied.

Diess ist z. B. in Schlesien der Fall, wo sich nach Carl v. Raumer auf der nördlichen Seite des Centralgranites zwischen Hirschberg, Friedland und Lauban

eine Ablagerung von Gneissgranit ausbreitet, in welcher flasriges und geschich tes Gestein unaufhörlich mit dem körnigen und ungeschichteten Gesteine wechs lagert; (das Gebirge Niederschlesiens, S. 8 f.). G. Rose bemerkt in Betreff die Bildung, welche den hohen Iserkamm und die Tafelfichte bildet und bis in Lausitz fortsetzt, dass solche im Allgemeinen mehr als ein grobflaseriger Gne erscheine, welcher strichweise seine flaserige Structur ganz verliert und grobk nig wird, so dass man ihn in Handstücken mit Granit verwechseln könne. De noch aber gehe er immer wieder in einen flaserigen und zuweilen selbst dün schieferigen Gneiss über, so dass die Gneissnatur der ganzen Ablagerung nicht bezweifeln, und selbige wohl richtiger als eine Granitgneissbildung zu bezeichn sei. Monatsberichte der Berl. Akad. 1856, S. 445. Ganz auf ähnliche Weise ve hält es sich nach v. Blöde in Podolien, wo „Granit und Gneiss zusammen grossartiges massiges Durcheinander, ein Gewirre, aber ein geschlossenes Gan bilden, von dem unbedingt eine gleichzeitige und gleichartige Entstehung ane kannt werden muss." Diess wird noch insbesondere dadurch bewiesen, dass dieselben Varietäten von Feldspath, Quarz und Glimmer sind, welche sow die granitischen als auch die gneissigen Schichten zusammensetzen, und da dieselbe Varietät von Granat in beiden Gesteinen einen sehr häufigen accesso schen Bestandtheil bildet; (Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 507). Auch Gneissdistricte des Dnjepr zwischen Krementschug und Keleberda wiederhol sich ganz ähnliche Erscheinungen. Eben so findet sich der Gneiss im Centralpl teau Frankreichs, in Scandinavien und Finnland sehr häufig mit granitartigen L gen vergesellschaftet*). Dasselbe ist nach Macculloch in Schottland und auf d Hebriden der Fall, wo auf den Flannan-Inseln vollkommen granitische Gestei als Lager im Gneisse auftreten**), und auch anderwärts Gneiss und Granit n einander wechsellagern, welcher letztere dann eben sowohl ein primitives, u kein eruptives Gestein ist, wie der Gneiss selbst; (*System of Geology, II, p.* 149

Besonders sind es die tieferen Etagen mancher Gneissdistricte, in welch häufige Uebergänge in granitische Gesteine, und beständige Oscillationen zw schen Gneiss und Granit vorkommen; so nach Coquand in den Pyrenäen, na Gruner in den Ketten des Forez, des Pilas und von Riverie, desgleichen na Rivière in der Vendée, nach Rozet in der Auvergne, nach Rengger im Schwar walde, nach Wineberger im baierschen Walde, nach Peters in Oberösterreic nach v. Rosthorn und Canaval im nordwestlichen Theile von Kärnthen und na Beudant in Ungarn, wo Gneiss und Granit gar nicht als verschiedene Formatione getrennt werden können. *En Hongrie*, sagt Beudant, *ces deux roches se montre toujours ensemble et uniquement ensemble; elles ne forment pas seulement d couches alternatives, mais une seule et même masse*; (*Voy. min. et géol. Hongrie, III, p.* 19).

Es kann demnach gar kein Zweifel darüber obwalten, dass es ausser de eruptiven Graniten, welche so häufig im Gebiete der primitiven Gneissforma tion auftreten, auch gleichzeitig gebildete primitive Granite giebt, welch

*) Dass in Scandinavien der mit dem Gneisse durch Uebergänge und Wechsellageru verbundene Granit auch gleichzeitig mit ihm gebildet sein müsse, diess hob schon Hisin ger hervor; (Versuch einer mineralogischen Geogr. von Schweden, übers. von Wöhle 1826, S. 9).

**) *Descr. of the Western Islands, I, p.* 203; dabei bemerkt Macculloch sehr richtig, da man deshalb nicht allgemein Granit und Gneiss identificiren dürfe, und fügt für Diejenige welche eine solche organische Verknüpfung beider Gesteine bezweifeln, die Sentenz hinzu *The satisfaction, derived from the investigation of truth, ought to be superior to the triumph derived from affording temporary support to a favorite theory.*

in der Form von Lagern oder Lagerstöcken dem Gneisse regelmässig eingeschaltet sind, mit ihm wechsellagern, und durch Gesteins-Uebergänge in ihn verlaufen. Denn, wenn auch manche dergleichen lagerartige Vorkommnisse von Granit in die Kategorie der Lagergänge (I, 880 und 897) zu verweisen sein dürften, so ist doch gewiss für die grosse Mehrzahl derselben eine solche Interpretation ganz unzulässig. Uebrigens ist noch zu bemerken, dass solche primitive Granite keinesweges in allen Gneissregionen beobachtet worden sind, und dass es grosse Gneissdistricte giebt, in welchen sie fast gänzlich vermisst werden; (Gneiss des Erzgebirges).

Ein sehr ausgezeichnetes Beispiel von einer ungewöhnlich mächtigen Granit-Einlagerung im Gneisse liefert nach Hochstetter der im südlichen Theile der Böhmerwaldgebirges bekannte Granitzug, welcher sich vom Plöckenstein bis zum Rachel 8 Meilen weit erstreckt, dabei 1 bis 2 Meilen Breite erreicht, und im südöstlichen Theile aus gleichmässig grobkörnigem, im nordwestlichen Theile aus porphyrartigem Granite besteht. Da die Schichten des ihn einschliessenden Gneisses auf der böhmischen wie auf der baierschen Seite nach Südosten einfallen, so schliesst Hochstetter, dass die ganze Masse nur als ein mächtiges Lager im Gneisse zu betrachten ist, Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, 1855, S. 10 ff.

Das Vorkommen primitiver, dem Gneisse regelmässig eingeschichteter Granite ist aber insofern eine sehr beachtenswerthe Thatsache, als dasselbe beweist, dass gleichwie mehre andere, gewöhnlich in eruptiven Formen auftretende Gesteine, so auch der Granit schon innerhalb der Urformation unter ganz anderen Formen, vielleicht auch unter ganz anderen Bedingungen zur Ausbildung gelangte, als diess später bei seiner Bildung auf dem Wege der Eruption der Fall war. Dass dadurch der geringe Unterschied zwischen Gneiss und Granit noch mehr vermindert, und Heim's Ansicht, Gneiss und Glimmerschiefer seien ebenbürtige Brüder des Granites*), gewissermaassen bestätigt wird, diess ist wohl nicht zu läugnen.

2. Granulit. Dieses dem Gneisse so nahe stehende und durch petrographische Uebergänge verbundene Gestein erscheint gleichfalls hier und da im Gebiete der Urgneissformation als untergeordnetes, regelmässig eingeschichtetes Gebilde.

So z. B. im Egerthale bei Warth (zwischen Carlsbad und Kaaden), wo eine mächtige Ablagerung im Gneisse auftritt; bei Aschaffenburg bildet er nach Kittel häufige Schichten im Gneisse, und in der Gegend von Krems an der Donau soll nach Basilius Werner der Gneiss vielfach mit Granulit abwechseln, welcher oft sehr mächtig wird, und immer mehr oder weniger deutlich geschichtet ist; (Holgers Zeitschrift für Physik, Bd. 7, S. 35). Eben so ist nach Zippe und Hochstetter in Böhmen, zwischen Budweis, Krumau und Prachatitz, der Granulit sehr verbreitet, aber so innig mit dem Gneisse verbunden, dass er von ihm gar nicht getrennt werden kann. Zippe, in Sommer's Topographie von Böhmen, Budweiser Kreis, S. 221; und Hochstetter, im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, V, 1854, S. 1—67, eine sehr wichtige und lehrreiche Abhandlung, als deren Endresultat sich ergiebt, dass dort die Schichten des Gneisses sich der äusseren Form der Granulitmassen anschmiegen, allen Biegungen derselben folgen, und sie wie La-

*) Geol. Beschr. des Thür. Waldgebirges, II, I. Abth. S. 856; wie auch später Kapp alle drei Gesteine für feuergeborene Brüder erklärte. Manche ältere hierher gehörige Beobachtungen finden sich zusammengestellt in Breislak's Lehrb. der Geol. I, S. 408 ff.

gerstöcke umschliessen, theils sie unterteufend, theils sie bedeckend, theils auch sie mantelförmig umlagernd, woraus denn folgt, dass in diesen Gegenden der Granulit und der Gneiss als gleichzeitige Bildungen zu betrachten sind. Peters beobachtete den Granulit unter ähnlichen Verhältnissen in dem Gneissdistricte von Oberösterreich; eben so Gümbel in der Oberpfalz, wo vielfache Wechsellagerungen und Gesteins-Uebergänge beweisen, dass der dortige Granulit ein dem Gneisse untergeordnetes Glied der primitiven Formation bildet. Correspondenzblatt des Vereins in Regensburg, 1854, S. 7. In den Vogesen erscheint zwar der Granulit (oder Leptinit) gleichfalls mit Gneiss vergesellschaftet, dürfte jedoch wahrscheinlich dort, eben so wie in Sachsen, mehr den Charakter eines eruptiven Gesteines haben. Das Gestein aber, welches Hitchcock unter dem Namen *arenaceous gneiss* als ein Glied der Gneissformation von Massachusetts aufführt, ist seiner Beschreibung zufolge ein ächter Granulit.

3. Hälleflint (I, 551). Das unter dem Namen Hälleflinta oder Petrosilex bekannte sehr innige Gemeng von Feldspath und Kieselerde kommt nicht selten in dem Gneisse Scandinaviens und Schottlands vor. Es ist ein hartes und sehr compacter Felsit von verschiedener Farbe, bildet untergeordnete Schichten, und gewinnt zuweilen durch eingewachsene Körner von Quarz oder Feldspath ein ganz porphyrähnliches Ansehen.

In mehren Gegenden Schwedens, wie z. B. bei Dannemora, Sala, und auf Utöen, bildet der Hälleflint sogar recht bedeutende Einlagerungen. Auf Utöe liegt ein etwa 1/8 Meile mächtiges Lager zwischen Gneiss und Glimmerschiefer; dasselbe hält Lager von körnigem Kalkstein, ja, stellenweise findet eine förmliche Wechsellagerung zwischen Hälleflint und Kalkstein Statt; auf Jernholm ist diese Wechsellagerung sehr im Kleinen ausgebildet. Erdmann, Utö Jernmalmsfält, 1856, S. 8. Nach Hörbye ist der Hälleflint auch in dem Gebirge an der norwegischen Gränze, nördlich vom Fämundsee vorhanden. *Ngt Mag. for Naturv.* Bd. 8, 1855, S. 428.

4. Hornblendschiefer und überhaupt Amphibolite (z. Th. auch Diorite) sind Gesteine, welche ganz vorzüglich im Gebiete der grösseren Gneissablagerungen zu Hause sind, wo sie theils sporadisch, in einzelnen Lagern oder Stöcken, theils aber auch in vielfach wiederholter Wechsellagerung zwischen den Gneissschichten auftreten. Bei der sehr nahen Verwandtschaft des Hornblendgneisses mit Hornblendschiefer und Dioritschiefer kann uns die Association auch gar nicht befremden.

Zuweilen treten diese Amphibolgesteine in sehr bedeutenden Lagerstöcken oder auch in mächtigen und weit fortsetzenden Zonen auf, wie z. B. der Ben-Lair in Rossshire, welcher als eine 3000 F. hohe Masse mitten im Gneisse liegt, oder die Hornblendschieferzonen von Grafton in Massachusetts und von Stafford in Connecticut. Dergleichen grössere Ablagerungen scheinen besonders auf der Gränze zwischen den Gneiss- und Schieferdistricten vorzukommen, wie bei [...]tersdorf im Königgrätzer Kreise in Böhmen, im Nassfelde an den Tauern (hier zwischen Gneiss und Chloritschiefer), in den Hoosac-Bergen in Massachusetts, und häufig anderwärts. Eine ganz ausserordentliche Entwickelung haben die Amphibolite nach Hochstetter im nördlichen Theile des Böhmerwaldes, von Neumark bis Plan, gefunden, wo sie theils als glimmerfreie, körnige und schieferige Amphibolite, theils als glimmerhaltige Hornblendgneisse ausgebildet sind, auch [...] Wonischen Gabbro, bei Ronsperg Schichten von Hercynit, an anderen Orten S[...]

pentin umschliessen, und zumal am östlichen Rande des grossen Quarzlagers auftreten, dessen Kenntniss wir gleichfalls Hochstetter verdanken. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, 1856, S. 774 ff.

Der dem Hornblendschiefer so nahe stehende **Strahlsteinschiefer** (I. 566) bildet kleinere oder grössere Lagerstöcke, z. B. im Gneisse des Erzgebirges, südlich von Oberwiesenthal, eben so nach Macculloch vielorts in Schottland und auf den Shetlandinseln, nach Saussure in den Alpen, nach Hitchcock bei Shutesbury in Massachusetts.

Keilhau beschreibt merkwürdige Hornblendschieferlager von Steensöe bei Trondhjem, welche grosse, fragmentähnliche Partieen oder Schollen von Gneiss umschliessen, die sich unter einander und zu dem Lager selbst in paralleler Stellung befinden, so dass die Structurflächen beider Gesteine einander correspondiren; (*Gäa Norvegica*, Bd. I, S. 455). Die grösseren Stöcke der amphibolischen Gesteine erscheinen nicht selten in ihrer Mitte als körniger Amphibolit, und an ihren Gränzen als Hornblendschiefer; ein Verhältniss, welches sich bisweilen in ähnlicher Weise an Diorit**gängen** ausgebildet findet, welche doch gewiss auf dem Wege der Eruption entstanden sind; (vergl. v. Blöde, im Neuen Jahrb. für. Min. 1841, S. 508).

5. **Glimmerschiefer**, in mancherlei Varietäten, ist dem primitiven Gneisse nicht selten in der Form von Lagern, Schichtenzonen und Lagerstöcken eingeschaltet, welche an ihrer Gränze gewöhnlich durch Wechsellagerung und allmäligeins-Uebergänge mit dem Gneisse verbunden sind, bisweilen aber auch ziemlich scharf an ihm abschneiden.

So enthält z. B. nach Carl v. Raumer der vorhin erwähnte Gneissgranit Schlesiens eine mächtige und weit fortsetzende Glimmerschieferzone, welche bei Flinsberg vom Thale des Queiss durchbrochen wird, und daselbst, wie Gustav Rose gezeigt hat, eine sehr grossartige Verwerfung erlitten hat, durch welche die an beiden Thalseiten einander entsprechenden Querschnitte der Zone weit aus einander gerückt sind. Der Gneiss des Erzgebirges umschliesst bei Leubsdorf unweit Augustusburg, bei Hermsdorf unweit Altenberg, so wie nördlich von Klösterle bedeutende Einlagerungen von Glimmerschiefer. In den grösseren, von Glimmerschiefer umgebenen Gneissdistricten pflegen Gneiss und Glimmerschiefer an der Gränze mit einander zu wechsellagern oder auch durch ganz allmälige Uebergänge verbunden zu sein. Manche Gneissregionen lassen auch mitten in ihrem Gebiete öftere Wechsellagerungen von Gneiss, Glimmerschiefer und Hornblendschiefer erkennen.

6. **Quarzit**, als körniger Quarzit und als Quarzschiefer, erscheint zwar im Gneisse weit seltener, als in der **Urschieferformation**, welche als die eigentliche Heimath desselben zu betrachten ist; desungeachtet aber sind die Quarzite auch im Gebiete des Gneisses anzutreffen.

So finden sie sich im Gneissgebiete des Erzgebirges bei Freiberg, Oberschöna, Frauenstein, und westlich von Commotau, an letzterem Orte als ein von kleinen Granaten strotzender Quarzschiefer, an den übrigen Orten meist als körniger Quarzit, welcher namentlich bei Frauenstein in schroffen und z. Th. seltsamen Felsformen über seine Umgebungen aufragt. Bei Aschaffenburg führt der Gneiss ebenfalls Quarzitlager, welche Rutil, Disthen und Titaneisenerz enthalten. Der sogenannte Pfahl im baierschen Waldgebirge ist ein sehr merkwürdiges Quarzlager, welches nach Gümbel 18 Meilen weit, von Bodenwähr bis an den Fuss des Drei-

sesselberges, geradlinig auf der Gränze zweier verschiedener Gneissbildungen fortzieht; es ragt bald als ein mehr oder weniger hoher Wall, bald als ein zackiger Felsenkamm auf, hält genau die Streichungslinie des Gneisses ein, setzt niemals durch dessen Schichten hindurch, und ist daher als ein entschiedenes Lager charakterisirt. In der nördlichen Hälfte des Böhmerwaldes hat Hochstetter ein Seitenstück des baierschen Pfahls nachgewiesen: ein Quarzlager, welches sich auf der Gränze des Gneisses und Hornblendschiefers, von Vollmau bis in die Gegend von Hals, 12 Meilen weit erstreckt. Ueberhaupt sind im nordwestlichen Theile des Böhmerwaldes Quarzitlager sehr häufig im Gneisse; sie liefern das Material für die dortigen Glashütten. Gümbel, im Neuen Jahrb. für Min. 1855, S. 173, und Hochstetter, Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, 1855, S. 768 f. Bei Piriac, an der Südküste der Betragne, liegen im Gneisse Quarzitlager mit Zinnerz, welches theils derb, theils eingesprengt vorkommt, und früher zu bergmännischen Versuchen Veranlassung gegeben hat; (*Explic. de la carte géol. de la France*, I, p. 202. Im Districte von Assynt und Groinar in Schottland erlangt der dem Gneisse untergeordnete Quarzit eine sehr bedeutende Ausdehnung, und steigt bis zu 3000 F. hohen Bergen auf, deren verticale unzerstörbare Schichten scharfe Zacken und Grate bilden; (*Necker de Saussure, Voyage en Ecosse, II, p.* 510). Bei Krageröe in Norwegen bildet nach Scheerer der Quarzit mächtige Lager im Hornblendgneiss, mit welchem er auch vielfältig wechsellagert, wodurch die innige genetische Verknüpfung beider Gesteine dargethan wird; (Neues Jahrb. für Min. 1846, S. 800 Axel Erdmann gedenkt des Vorkommens von Quarzitstöcken im Gneisse Schwedens, welche ganz gewöhnlich, und zumal an ihrer Gränze gegen ihr Nebengestein krystallinischen Feldspath enthalten. Auch in Nordamerika hält der Gneiss Quarzitlager, welche z. B. in Massachusetts in Worcester county sehr bedeutend sind, in Südcarolina aber nur einige Fuss Mächtigkeit besitzen, jedoch durch ihre grosse Anzahl, und durch ihren Gehalt an gediegenem Golde merkwürdig sind, welches in kleinen oft kaum sichtbaren Blättchen vorkommt; auch halten sie oft Granat, Glimmer, Chlorit, Pyrit, Braun- und Rotheisenerz. Endlich mag noch erwähnt werden, dass nach Pissis auch in Brasilien die obere Etage der dortigen Gneissformation sehr reich an mächtigen Quarzitlagern ist, und daher einen unfruchtbaren Boden liefert; (*Comptes rendus, t.* 17, 1843, *p.* 28).

7. Chloritschiefer und krystallinischer Thonschiefer sind seltene Erscheinungen im Gebiete des Urgneisses. So erwähnt z. B. Hausmann Gneisse bei Göthaborg häufige Lager von Chloritschiefer, welche bandförmi Lagen von Hälleflinta enthalten, und Hisinger gedenkt einer mächtigen Tha schiefer-Einlagerung im Thale des Svartelf zwischen Grythytta und Hellef in Westmanland*).

8. Serpentin, welcher in jüngeren Formationen oft unter solchen V hältnissen auftritt, dass man ihm eine eruptive Entstehungsweise zuschre muss, findet sich in den primitiven Formationen bisweilen so regelmässig gelagert, dass man ihn nur als ein gleichzeitiges Gebilde betrachten kann wird dann nicht selten von Chloritschiefer, Talkschiefer und Amphibol begleitet.

Das bekannte, über 300 Fuss mächtige Serpentinlager am Greiner in liefert ein ausgezeichnetes Beispiel von solchen ursprünglichen, mit ihrer U

---

*) Hausmann, Reise durch Scandin., I, S. 212, und *Hisinger Anteckningar i P och Geognosi, III, S.* 14.

hung gleichzeitigen Serpentinbildungen, indem es durch eine Reihe von Uebergangsgesteinen mit dem Gneisse sehr innig verbunden ist. An den Gränzen wird der Serpentin erst schiefrig, geht dann allmälig durch feinfilzigen Strahlsteinschiefer und Amphibolit in eine Art von granatreichen Hornblendgneiss, in hornblendhaltigen Glimmerschiefer und endlich in den Gneiss über, welcher die Hauptmasse des Greiner bildet: auch Chloritschiefer und Talkschiefer drängen sich in die bunte Reihe dieses Ueberganges ein, welchen Reuss mit Recht als einen Beweis betrachtet, dass man es hier weder mit einer eruptiven, noch mit einer metamorphischen Bildung zu thun hat; (Neues Jahrb. für Min. 1840, S. 134 ff.). Der Gneissdistrict in der Umgegend von Krems enthält nach Basilius Werner viele Stöcke und Lager von Serpentin; auf einer Linie von 5 Meilen Länge liegen nicht weniger als 10 Serpentinstöcke hinter einander. Auch im Centralplateau Frankreichs kommen im Gneisse viele Serpentinstöcke vor; dasselbe ist in Sutherland, Aberdeenshire und auf Shetland der Fall. Ob aber die bekannte Serpentinbildung von Zöblitz in Sachsen, welche allerdings im Gebiete des Gneisses auftritt, als eine demselben regelmässig eingelagerte und mit ihm gleichzeitige Masse betrachtet werden kann, diess ist wohl noch nicht völlig ausgemacht. Eine sehr interessante Serpentinmasse ist die von Snarum in Norwegen; sie bildet nach Böbert einen linsenförmigen Stock von einigen 100 Lachtern Länge und 10 Lachtern Breite, welcher nach innen aus edlem und krystallisirtem, nach aussen aus gemeinem Serpentin besteht, und zunächst von einem Gemenge aus vielem Talkspath mit etwas Serpentin und Quarz umhüllt wird, auf welches dann ein reines quarziges Gestein folgt, welches diesen merkwürdigen Serpentinstock ringsum in bedeutender Mächtigkeit umgiebt, und vom Gneisse absondert. (*Gäa Norvegica,* Bd. I, S. 129 ff.)

Eklogit (I, 578) bildet auch hier und da im Urgneisse liegende Lager, wie z. B. bei Grosswaltersdorf in Sachsen; ähnliche Gemenge aus Hornblende und Granat finden sich bei Nieder-Schmiedeberg, und sehr ausgezeichnet westlich von Romsdal und Horningdal in Norwegen. Auf der Insel Syra im Griechischen Archipelagus ist der Eklogit mit Disthenfels verschaltet.

Nach Lipold sind die zahlreichen und zum Theil bedeutenden Eklogitmassen im östlichen Kärnthen dem Gneisse regelmässig eingelagert; an der Saualpe bilden sie länger anhaltende Züge, bei Lölling und anderen Orten mächtige Einlagerungen, und an vielen Puncten kleinere Lager, welche den Gneissschichten parallel eingeschaltet sind. Neues Jahrb. für Min. 1858, S. 222.

Eulysit. So hat A. Erdmann ein aus olivinähnlichem Eisenoxydulsilicat, grünem Pyroxen und braunrothem Granat bestehendes Gestein genannt, welches bei Tunaberg in Schweden ein etwa 30 F. mächtiges und 100 F. weit fortlaufendes Lager im Gneisse bildet. (*Försök till en geognostisk-mineralogisk Beskrifning öfver Tunabergs Socken*, 1849, S. 11 f.)

Es kommen wohl noch manche andere Silicatgesteine (z. B. Gabbro, Norit, Disthenfels als untergeordnete Bildungen im Gneisse vor; indessen müssen wir uns an gegenwärtigem Orte auf die Erwähnung derjenigen beschränken, welche entweder durch die Häufigkeit ihres Auftretens, oder durch ihre Zusammensetzung

Lässt man ein Stück des Gesteins ein paar Tage in concentrirter Salzsäure liegen, so wird das olivinähnliche Mineral, welches fast die Hälfte des Gesteins bildet, aufgelöst, und die anderen Gemengtheile fallen zu Boden.

ein besonderes Interesse haben. Ueber den Norit Norwegens gab Scheerer, in der Gäa Norwegica S. 313 ff., genauere Nachweisungen.

§. 277. *Lager von Kalkstein, Dolomit, Graphit, Kryolith und Smirgel.*

Kalkstein bildet eines der interessantesten untergeordneten Gesteine der Urgneissformation, nicht nur in technischer, sondern auch in mineralogischer und geologischer Hinsicht, weil seine Lager einen grossen Reichthum von accessorischen Mineralien umschliessen, und manche recht beachtenswerthe geognostische Verhältnisse darbieten.

Im Allgemeinen sind die dem Urgneisse untergeordneten und daher auch Urkalkstein genannten Kalksteine durch ihre krystallinisch-körnig Structur, durch ihre weissen oder doch lichten Farben, durch ihr Durchscheinenheit und den von den Spaltungsflächen ihrer Individuen reflectirten Glanz, sowie durch die häufigen Beimengungen von krystallinischen Silicaten und anderen Mineralien ausgezeichnet. Sie gehören überhaupt zu denjenigen Kalksteinen, welche Band I, S. 510 f. unter dem Name körniger Kalkstein beschrieben worden sind. Gewöhnlich erscheinen s in der Form von Lagern oder Lagerstöcken, welche dem Gneisse ganz regelmässig eingelagert zu sein pflegen.

Anm. Kjerulf verwirft mit der primitiven Formation überhaupt auch die Annahme von Urkalksteinen; indem er nämlich mit G. Bischof voraussetzt, dass aller Kalkstein durch Mitwirkung von Organismen gebildet worden sei, betrachtet die Kalksteinlager im Gneisse als Beweise gegen den primitiven Charakter d Gneiss-Territorien. „Wenn wir grosse Strecken der sogenannten Primitiv-Formation mit regelmässigen Kalklagern erfüllt sehen, so ist diess ein Beweis, da diese Strecken nicht primitiv sind; denn die ersten Kalksteine treten irgendw in den cambrischen oder ältesten silurischen Zeiten (wohl Regionen?) hervor. Und weiterhin sagt er: „die ersten Kalksteine werden also für uns wahre Leschichten, indem sie die untere Gränze der Silurformation angeben.“ *Magazin for Naturvid.* Bd. 9, 1857, S. 225 und 261. Wir erwähnen diese Ansichten, ohne sie jedoch für erwiesen halten zu können.

Manche Urkalksteine sind fast ganz frei von accessorischen Bestandtheile und liefern dann, wenn sie weiss sind, den schönsten Statuen-Marmor: andere enthalten nur Glimmer, Talk oder Chlorit, deren Schuppen gewöhnli parallel oder auch lagenweise abgelagert sind, (Cipollin); andere sind me oder weniger mit Quarzkörnern gemengt, welche wohl bisweilen so zahlrei auftreten, dass das ganze Gestein fast als ein Kalkquarzit erscheint; z. B. g wisse Kalksteine von Hermsdorf in Sachsen, und von Tunaberg in Schwede noch andere sind von edlem Serpentin durchflochten, welcher Nester, Fle und Adern bildet, und den sogenannten Ophicalcit hervorbringt; wie z. B. d Kalkstein von Raspenau im Isergebirge, von Tunaberg in Södermanland u von Krokek in Oestergöthland. Sehr viele dem Gneisse untergeordnete Kalsteinlager sind aber durch eine grössere oder geringere Menge von accessorischen Bestandtheilen ausgezeichnet, unter welchen namentlich Gramm

u. a. Varietäten der Species Amphibol, Pyroxen, Wollastonit, Granat, Ve-
suvian, Skapolith, Chondrodit, Spinell, Korund, Flussspath, Apatit und Gra-
phit zu erwähnen sind. Einige Kalksteinlager sind auch mehr oder weni-
ger mit Magneteisenerz, Bleiglanz, Zinkblende und anderen Erzen versehen,
dass sie zum Theil als wirkliche Erzlager betrachtet und abgebaut werden
können*).

Der Kalksteinstock von Boden bei Marienberg enthält z. B. Glimmer, Oligoklas,
Chondrodit, Muromontit, Magneteisenerz und Magnetkies; jener von Wünschen-
dorf bei Lengefeld Glimmer, Skapolith, Strahlstein und Magneteisenerz. Der Kalk-
stein von Auerbach an der Bergstrasse führt Vesuvian, Granat, Epidot, Wolla-
stonit, Hornblende, Quarz, Braunspath, Turmalin, Kupferkies und schuppigen
Eisenglanz. Das Kalklager von Pargas unweit Åbo in Finnland umschliesst Glim-
mer, Pyroxen, Pargasit, Chondrodit, Moroxit, Flussspath und Graphit. Einige
der kleinen Kalksteinstöcke bei Christiansand in Norwegen sind nach Scheerer der-
massen mit Granat und Vesuvian erfüllt, dass der Kalkstein stellenweise fast ver-
drängt wird. Berühmt wegen der Manchfaltigkeit ihrer Gemengtheile sind auch
viele von den zahllosen Kalksteinlagern im Gneisse Schwedens; so z. B. das La-
ger von Åker in Södermanland, welches sehr reich an blauem Spinell ist und
ausserdem noch Chondrodit, Rosellan, Grammatit, Skapolith, Titanit und edlen
Serpentin enthält; das Lager von Gökum in Upland, mit Wollastonit und Loboit
(einer Varietät des Vesuvians); das Lager von Lindbo in Westmanland mit Vesu-
vian, gelbem und braunem Granat, weissem Grammatit und schwarzer Horn-
blende, Skapolith, Pyroxen, Magneteisenerz und Molybdänglanz; eben so die La-
ger von Malsjö und Gullsjö in Wärmeland, und viele andere.

Manche im Gneisse Nordamerikas auftretende Kalklager übertreffen noch diese
schwedischen Vorkommnisse in der Manchfaltigkeit und Schönheit ihrer Mineral-
einschlüsse. Die Kalksteinbrüche von Bolton, Boxborough, Littleton, Acton, Car-
lisle und Chelmsford in Massachusetts liefern Skapolith, Pyroxen, Amphibol, Bol-
tonit, Granat, Petalit, Spinell, Apatit, Titanit, Gadolinit, Amiant u. a. Mine-
ralien. In dem Kalksteinlager von Two- Ponds in Orange-County in New-York fin-
den sich Pyroxen, Zirkon, Titanit und Skapolith, von welchem letzteren ein
2 Fuss langer und 5 Zoll dicker Krystall vorgekommen ist, während in dem Mar-
mor von Amity Spinellkrystalle bis zu 16 Zoll Durchmesser einbrachen, bei
Rossie aber, in Lawrence-County ebendaselbst, unter den zahllosen Apatit-
krystallen einer von 1 Fuss Länge und 18 Pfund Gewicht gefunden wurde.

Dass viele dieser im Urkalkstein eingewachsenen Krystalle eine merkwürdige
Abrundung ihrer Kanten und Ecke nebst auffallenden Krümmungen ihrer
Flächen zeigen, diess wurde bereits Band I, S. 410 und 512 erwähnt. Lewis
Saeman berichtet als eine interessante Thatsache, dass im Kalkstein von Hammond
die Krystalle des Apatites, Feldspathes und Pyroxenes dieses geflossene An-
sehen besitzen, während die mit ihnen vorkommenden Zirkonkrystalle nur zer-
brochen sind. (*The American Journ. of sc. vol. 46, p.* 333.)

Graphit ist ein merkwürdiger Gemengtheil vieler Urkalksteine; er bedingt
nicht nur die dunkle, blaulichgraue bis schwärzlichgraue Farbe mancher Varie-
täten, sondern ist auch bisweilen den weissen Varietäten in deutlichen Schuppen
und Körnern eingesprengt; so z. B. dem Kalksteine von Hellette in den Pyre-

---

*) Vergl. über die in den Urkalksteinen vorkommenden Mineralien, Breithaupt,
Paragenesis der Mineralien, S. 93 f.

näen*), manchen Kalksteinen Mährens, dem von Brunn in Oesterreich, und vielen Kalksteinen Nordamerikas.

Endlich verdient es noch hervorgehoben zu werden, dass sogar manche der Urgneissformation angehörige Kalksteine einen mehr oder weniger auffallenden Gestank entwickeln, wenn sie mit dem Hammer angeschlagen werden. So nach Charpentier viele Kalksteine der Pyrenäen, nach Hoffmann der Kalkstein von La-Scala unweit des Capo Tindaro in Sicilien, nach Hitchcock die oben genannten Kalksteine aus Massachusetts, welche krystallinisch-grobkörnig, aber fast immer und zum Theil unerträglich stinkend sind.

Es wurde bereits bemerkt, dass die meisten dieser dem Gneisse untergeordneten Kalksteinmassen die Form von Lagern oder Lagerstöcken haben. Die Dimensionen derselben sind sehr verschieden, aber gewöhnlich nicht sehr bedeutend; ja, manche Kalkstöcke erscheinen fast nur als grosse Nieren. Dagegen kennt man auch einige Kalklager von meilenweiter Erstreckung.

Scheerer beschreibt aus der Gegend von Christiansand acht kleine Kalksteinstöcke, welche vom Gneisse auf das Schärfste abgesondert, aber so klein sind, dass er sie nur als Nieren aufführen zu können glaubt; blos die grössten sind so umfänglich, dass auf ihnen Kalkbrüche eröffnet werden konnten. Als Beispiele von sehr grossen Kalksteinablagerungen mögen folgende erwähnt werden. Nach Macculloch haben mehre im Gneisse von Pertshire aufsetzende Kalksteinlager eine Längenausdehnung bis zu 20 Engl. Meilen, weshalb er sie gar nicht mehr als untergeordnete Bildungen anerkennen will. Eben so erwähnt Horton ein Kalksteinlager in Orange-County (New-York), welches 20 Engl. Meilen weit bis an die Gränze von New-Jersey fortsetzt, und am Popelo's Pond eine natürliche Brücke von 80 F. Länge und 50 F. Breite bildet; (*Report on the geol. survey of New-York 1839, p. 139*). Keilhau beschreibt aus dem Gneissdistricte Norwegens, welche sich nördlich von Trondhjem 70 Meilen weit bis an den Saltenfjord erstreckt, die bedeutende stockförmige Kalkmasse von Bejern, welche sich über einen Flächenraum von 2 Meilen Länge und mehr als 1 Meile Breite ausdehnt; sie ist an ihren Gränzen durch Wechsellagerung mit dem Gneisse verbunden, und umschliesst selbst viele Stöcke von Granit. Eben so liegt unweit des Umavand bei Jordbro im Gneisse ein sehr colossaler Kalksteinstock von halbmondförmiger Gestalt, in welchem die Prugla-Elv über 1/4 Meile weit unterirdisch fortfliesst, da der Kalkstein von zahlreichen Höhlen und Canälen durchzogen ist; (*Gäa Norvegica*, Band I, S. 342 und 345). Bei Sala in Schweden liegt ein Kalkstock im Gneisse, welcher wenigstens anderthalb Meilen Länge und 9000 Fuss Breite hat. Ja nach Russegger soll diese Kalksteinablagerung überhaupt in einer Länge von 9 geogr. Meilen und in einer grössten Breite von 3 Meilen bekannt sein, und sich wie ein grosser Binnensee mit Buchten und Inseln, gebildet durch Ausläufer und Hervorragungen des Nebengesteins, in der Richtung von NO. nach SW. ausbreiten. (Neues Jahrb. f. Min. 1841, S. 85.) Eines der grössten dem Urgneisse untergeordneten Kalksteinlager ist wohl dasjenige, welches sich in Oesterreich ob dem Manhartsberge vorfindet, aus Mähren über Drossendorf und Brunn bis nach Elsenreit 9 Meilen und mit seiner Verlängerung bei Pögstall, über 10 Meilen weit verfolgen lässt.

*) Welcher freilich nach Dufrénoy nur ein umgewandelter Kalkstein der Kreideformation sein soll. Die Schwierigkeit, das Vorkommen des Graphites im Urkalkstein zu erklären, veranlasste G. Bischof zu einer ausführlichen Erörterung der Frage, wie dieser Kohlenstoff entstanden sei. Lehrb. der chem. Geol. II, 68 ff.

dabei oft eine Mächtigkeit von ein paar tausend Fuss besitzt; (Basilius Werner, in Holgers Zeitschrift für Physik, Bd. VI, S. 15, und Partsch, Geognost. Charte des Beckens von Wien).

Die Stöcke und Lager von Kalkstein sind dem Gneisse zwar meistentheils ganz regelmässig eingeschichtet, auch an ihren Gränzen mit demselben gar häufig durch Wechsellagerung und selbst durch Gesteinsübergänge verbunden; desungeachtet aber sind in einzelnen Fällen Unregelmässigkeiten beobachtet worden, welche auf einen bisweiligen abnormen Gesteinsverband (I, 873) zu verweisen scheinen.

Diess wurde schon von Mohs hervorgehoben, indem er sagte, dass die Kalksteinstöcke des Gneisses zwar im Allgemeinen seiner Structur conform sind, an einzelnen Stellen aber solche durchschneiden; was oft übersehen worden sei, aber wohl verdiene bemerkt zu werden; (Die ersten Begriffe der Min. und Geogn. II 213). Macculloch erwähnt von der Insel Tirey kleine regellos gestaltete Marmorstöcke von etwa 100 F. Durchmesser, welche allseitig vom Gneisse umschlossen sind; aber regellos gestaltete Partieen (*lumps*) von Granit und Gneiss enthalten; (*Descr. of the Western Isl., I,* 49). Axel Erdmann berichtet, dass ein im Gneisse bei Quarsebo aufsetzendes Kalksteinlager gar nicht selten grosse und ganz [illegible] Blöcke von grobkörnigem Granite umschliesst. (*Vägledning till Bergarternas Kännedom*, S. 57). Hoffmann beschreibt ein Kalksteinlager vom Capo di Scaletta unweit Messina, welches zwar im Allgemeinen durch Wechsellagerung mit dem Gneisse verbunden ist, obgleich an einer Stelle Kalksteintrümer und Gneisstrümer wunderbar durch einander schwärmen, an anderen Stellen aber der Gneiss sich in scharf geknickten Lagen nach den Umrissen des Kalksteines biegt; (Geognost. Beobb. auf einer Reise durch Ital. u. Sic. S. 326). Scheerer bemerkt, dass die vorhin erwähnten Kalksteinnieren bei Christiansand, welche als ringsum begränzte Massen im Hornblendgneisse eingeschlossen sind, zuweilen mit gangartigen Apophysen in ihr Nebengestein hinausgreifen, und hebt zugleich, in Betreff der Anordnung ihrer verschiedenen Bestandtheile, den sehr beachtenswerthen Umstand hervor, dass der Granat und Vesuvian unmittelbar an ihren Gränzen eine mehr oder weniger breite Einfassung bilden, innerhalb welcher der Marmor enthalten ist.

Bei solchen Erscheinungen, sagt Scheerer, fühlen wir uns unwillkürlich [illegible] die Ansicht gedrängt, dass sich die Massen des Gneisses und Kalksteins [illegible] gleichzeitig in einem weichen Zustande befanden, und dass der um[illegible]ende Gneiss zuerst erstarrte, während der Kalkstein noch weich blieb. [illegible] halten wir es für sehr wahrscheinlich, dass während der endlichen Er[illegible]ung und Krystallisation des Kalksteins eine kleine Vergrösserung seines Volumens eintrat, wodurch jener auffallende Conflict mit den Wänden [des] umschliessenden Gneisses bedingt wurde, welcher sich in den Apophysen [des] Kalksteins und in den gegenseitigen Verflechtungen beider Gesteine zu er[kenn]en giebt*). Denn in der That scheint bei solchen Vorkommnissen die Idee [se]hr plausibel, dass die Massen des Kalksteins in umschlossener Lagerung

* Eine Vermuthung, welche auch Cotta angedeutet hat; Neues Jahrb. für Min. 1834.
* Es wäre interessant, durch ein Experiment zu ermitteln, ob der kohlensaure Kalk [im ge]schmolzenen Zustande ein kleineres Volumen hat, als im krystallisirten Zustande.

(I, 877) ringsum von den Massen des Gneisses umgeben waren, und erst nach dem Gneisse erstarrten und krystallisirten.

Es dürfte hier vielleicht der passendste Ort sein, um der Hypothese zu gedenken, welche manchen der sogenannten Urkalksteine und Urdolomite geradezu für ein eruptives Gestein erklärt. Sie ist neuerdings besonders von C. v. Leonhard geltend gemacht worden, nachdem schon früher Montlosier und Rozet ähnliche Ansichten für andere Kalksteine aufgestellt hatten. Leonhard wurde durch ein Vorkommniss bei Auerbach an der Bergstrasse, wo der Kalkstein den Gneiss und Granit gangförmig durchsetzt, und an beiden Salbändern mit Vesuvian und anderen Mineralien erfüllt ist, auf die Vermuthung geleitet, dass dieser, und eben so wohl auch mancher andere Kalkstein ein eruptives Gebilde sein möge*). Ein solches wirkliches oder scheinbares gangartiges Auftreten von körnigem Kalkstein ist auch anderwärts unter zum Theil sehr merkwürdigen Verhältnissen beobachtet worden. So beschreibt E. Emmons äusserst interessante Erscheinungen, welche die körnigen Kalksteine in St. Lawrence-County im Staate New-York zeigen. Clarke berichtet von Kalksteingängen am Wollondilly in Argyle-County in Neu-Südwales und Emilien Dumas von eben dergleichen Gängen im Granite der Cevennen**). Wir werden bei der Betrachtung der Granitformation auf diese Erscheinungen zurück kommen, bezweifeln es jedoch, dass durch selbige eine eruptive Bildung der betreffenden Kalksteine hinreichend bewiesen werde, obwohl es allen Anschein gewinnt, dass theils eine wirkliche Schmelzung, theils eine blose Umkrystallisirung von Kalksteinen Statt gefunden habe; was auch gegen eine solche Folgerung vom chemischen Standpunkte aus eingewendet werden mag. Für dieselbe Folgerung sprechen auch die von Hoffmann aus Sicilien, und von Scheerer aus der Gegend von Christiansand berichteten Erscheinungen.

Von dieser Annahme ist freilich nur noch ein Schritt bis zu dem Zugeständnisse der Möglichkeit eruptiver Kalksteine; auch würden wir, aller Einreden der Chemie ungeachtet, kein Bedenken tragen, diesen Schritt zu thun, sobald die geotektonischen Verhältnisse einer Kalkstein-Ablagerung jede andere Erklärung ausschliessen. Cotta hat am Miltitzer Kalkstein unweit Meissen Verhältnisse beobachtet, welche in der That eine eruptive Entstehung desselben anzudeuten scheinen; (Neues Jahrbuch für Min. 1834, S. 331 ff. und 1848, S. 688.). Wie dem aber auch sei, jedenfalls ist es eben so unmöglich, die dem Gneisse unterg

---

*) Vergl. Neues Jahrb. für Min. 1833, S. 312, auch Cotta's Grundriss der Geogno S. 304, und die Abbildung dieses Ganges in v. Leonhard's populären Vorlesungen ü Geologie, II, S. 215. Eine frühere Beschreibung dieses merkwürdigen Kalksteinganges v. Oeynhausen, in Nöggerath's Rheinland-Westphalen, I, 1822, S. 168 f., eine spä und sehr ausführliche F. Voltz in seiner Uebersicht der geol. Verh. des Grossherzog Hessen, 1852, S. 107 ff. Auch Knop behandelt gewisse Erscheinungen dieses Ganges Neuen Jahrb. für Min. 1858, S. 331 ff.

**) Wenn freilich Russegger von zwei Kalksteinlagern bei Bagschadschig am Tau sagt: „dieselben durchbrechen die Schichten des Glimmerschiefers ganz lagerfört ohne sie zu durchsetzen, scheinen mir aber doch Gänge zu sein," so bleibt es wirkl räthselhaft, welches Kriterium die gangartige Natur und das Durchbrechen dieser La stätten beweisen soll. Der Umstand, dass ihre Schichten (sie sind nämlich in sich selbst schichtet) „ausgezeichnet und scharf wellenförmig gebogen sind," während die des Gl merschiefers ebenflächig ausgedehnt erscheinen, kann doch unmöglich als ein Beweis durchgreifenden Lagerung gelten. Neues Jahrb. für Min. 1837, S. 39. Auch der von Bre lak (Lehrb. der Geognosie, I, 410) aus dem Gebirge von Crevola, am südlichen Fuss Simplon, erwähnte Kalksteingang im Gneisse scheint der Beschreibung nach eher ein La als ein Gang zu sein.

ordneten Kalksteine für metamorphosirte, sedimentäre Kalksteine, als für blose Zersetzungsproducte kalkhaltiger Silicate zu erklären. Und warum sollen sie nicht ursprüngliche Ablagerungen von kohlensaurem Kalke sein können, welche zugleich mit denen sie einschliessenden Gesteinen so gebildet wurden, wie sie gegenwärtig vor uns erscheinen? — Gegen die Möglichkeit einer pyrogenen Bildung oder Metamorphose der Kalksteine spricht sich jedoch G. Bischof in seinem Lehrbuche der chemischen Geologie mehrorts, und besonders B. II, S. 961 ff., sehr entschieden aus, indem er mehre Gründe anführt, welche auf dem gegenwärtigen Standpuncte der Chemie eine solche Bildungs- und Umbildungsweise ganz unmöglich erscheinen lassen.

Dolomit ist zwar nicht so häufig als Kalkstein, dennoch aber, eben so ... dolomitischer Kalkstein (I, 507), hier und da im Gebiete des Urgneisses ...nnt worden, wo er in der Form von Lagern und Stöcken auftritt, welche, ... die Kalksteinlager, an ihrer Gränze durch Wechsellagerung mit ihrem Ne...gesteine verbunden sind.

So enthält nach Holger der Kalkstein von Brunn in Oesterreich fast 18 p. C. ...lensaurer Magnesia, und ist daher schon als ein dolomitischer Kalkstein zu be...hten. Der dem Gneisse eingelagerte sogenannte Kalkstein von Memmendorf bei Freiberg ist nach Merbach's Analysen fast ein vollkommener Dolomit. Böthlingk be...htet, dass auf den Schären bei Helsingfors Gneiss und Dolomit anfangs in zoll...ken Lagen mit einander abwechseln, weiter aufwärts aber die Dolomitlager im...er mächtiger und endlich vorherrschend werden, dabei sehr auffallende Win...ngen ihrer Schichten zeigen, und Gneissstücke von verschiedener Grösse ...Lage umschliessen, so dass sich der Dolomit scheinbar „wie ein plutonisches ...ilde verhält, das beim Hervordringen aus der Tiefe Stücke des Nebengesteins ...sich fortriss; kaum aber treten im Hangenden die Gneissschichten wieder häu...auf, so treten regelmässige Lagerung und Wechsel mit Dolomit wieder ein, ...he jeden Gedanken an eine ungleichzeitige Bildung verdrängen;" (Neues ...rb. für Min. 1840, S. 614). Diese merkwürdige Erscheinung erinnert an die ...men Verhältnisse, welche vorhin von einigen Kalksteinlagern erwähnt wor... sind. — Bei Sheffield in Massachusetts, bei Canaan in Connecticut, bei Sing... in New-York und an mehren anderen Orten in den Vereinigten Staaten sind ...falls Dolomitlager im Gneisse bekannt.

Smirgel. Korund ist oben als ein bisweiliger accessorischer Gemengtheil ...Kalksteins genannt worden, und findet sich auch mitunter in recht schö... krystallisirten Varietäten, wie z. B. bei Newton in New-Jersey, bei Amity ...w-York, und anderwärts in Nordamerika. Es kann uns daher nicht be...en, dasselbe Mineral auch hier und da in grösseren Massen und in körnig ...mengesetzten Varietäten, als sogenannten Smirgel, mit den Kalksteinen ...neisses verbunden zu sehen.

...ess ist unter Anderem der Fall auf der Insel Naxos, wo der daselbst sehr ...eitete, dem Glimmerschiefer und Gneisse eingelagerte körnige Kalkstein La... von Smirgel führt, welche gewöhnlich mit Magneteisenerz gemengt sind. ...che Vorkommnisse kennt man auf Samos und bei Magnesia in Kleinasien. ...en scheinen die meisten dieser smirgelhaltigen Kalksteine schon mehr in das ...et des Glimmerschiefers zu gehören.

Kryolith. Dieses interessante und seltene Mineral bildet unzweifelhaft ... im Gneisse, bei Evigtok am Arksutfjorde in Grönland.

Der Gneiss wird in der Nähe des Lagers granitähnlich, und enthält viele metallische Mineralien, als Columbit, Zinnerz, Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Kupferkies u. a. eingesprengt; der Kryolith ist bis 80 F. mächtig, und nach dem Hangenden und Liegenden gleichfalls mit den genannten Mineralien versehen. In der Tiefe ist er dunkelgrau bis schwarz. Tayler, im *Quart. Journ. of the Geol.* Soc *vol.* 12, 1856, *p.* 140.

Graphit. Wir lassen die Betrachtung der dem Urgneisse untergeordneten Graphitlager auf die des Kalksteins folgen, weil sie in der That bisweilen eine gesetzmässige Association mit diesem Gesteine erkennen lassen; doch kommen Graphitlager auch ohne Begleitung von Kalkstein im Gneisse vor, wi ja der Graphit schon als ein accessorischer Bestandtheil des Gneisses erwähn worden ist.

So führt der Gneiss des Eulengebirges in Schlesien, nach Zobel und v. Carnall, bei Tannhausen und Bärsdorf Lager von unreinem Graphit; (Karstens Archiv, III, 50). Nach Zippe findet sich in Böhmen, im Budweiser Kreise westli von Krumau, zwischen Schwarzbach und Stuben, ein sehr bedeutendes, durc Bergbau aufgeschlossenes Graphitlager im Gneisse; (Neues Jahrb. für Min. 18 S. 582). Bei Schwarzbach ist dieses Lager im Mittel 2 Klafter, stellenweise bis Klafter mächtig; es sind aber dort mehre Züge von Graphitlagern bekannt, welc meist von Kalksteinlagern begleitet werden, und von denen das bedeutendste v Stuben aus über die Moldau bis nach Kalisch, östlich von Krumau, zu verfolg ist. Hochstetter im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, B. 5, S. 56 ff. Hising erwähnt, dass in Westmanland in Schweden, sowohl bei Gillermarksberg als Löfsved Graphit vorkommt, welcher zu technischen Zwecken benutzt wird; V such einer mineral. Geogr. S. 151). Im Gneisse des Thales von Strath-Tarrar Nordschottland finden sich nach Jameson Graphitstöcke, welche eine Zeit lang baut worden sind; der graphithaltige Gneiss der Vogesen zeigt stellenweise Graphit in förmlichen Schichten concentrirt, welche sogar Versuche auf Stecl len veranlasst haben. — Aus Nordamerika erwähnen wir den Graphit von Stu bridge in Massachusetts, welcher nach Hitchcock ein ganz regelmässiges bis 2 F mächtiges Lager im Gneisse bildet, ein vortreffliches Material liefert und da stellenweise 60 bis 70 Fuss tief abgebaut worden ist. Andere dem Gneisse un geordnete Graphitlager finden sich in demselben Staate bei Brimfield und No Brookfield, wie denn auch in Connecticut, Vermont u. a. Staaten dergleichen kannt sind.

Das oben erwähnte grosse Kalksteinlager von Brunn in Oesterreich ist nur ganz gewöhnlich durch innige Beimengung von Graphit grau gefärbt, son es umschliesst auch Graphitlager, und wird im Hangenden und Liegenden dergleichen Lagern begleitet, welche zum Theil als unreiner schiefriger Graphi Gneisse auftreten, wie bei Krumau und Altpölla; die beste Sorte, welche gute Bleistifte liefert, wird im Carolischacht auf der Herrschaft Brunn gewon (Holger, Zeitschrift für Physik, VII, 44 ff.). Auch in Mähren ist nach Glocke Vorkommen des Graphites besonders an den Kalkstein und Dolomit gebu welche durch ihn oft grau gefärbt sind; fehlt der Graphit diesen Gesteinen, s det sich derselbe im angränzenden Gneisse oder Glimmerschiefer, weshalb Gl der Ansicht ist, dass zwischen Kalkstein und Graphit ein genetischer Zusam hang Statt findet. (*De Graphite Moravico, Wratisl.* 1840). Auch bei Goldenst Mährischen Gesenke enthält nach Albin Heinrich der Gneiss oft Graphit, th Gemengtheil, theils in förmlichen Lagern von nicht unbedeutender Mächti Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, V, 91.

Viele Geologen sind geneigt, auch diesen Graphit der Urgneissformation für Kohlenstoff **organischen** und insbesondere **pflanzlichen** Ursprungs zu erklären. Da nun aber der Kohlenstoff an und für sich doch nicht erst durch organische Processe hervorgebracht worden ist, da er, so gut wie alle übrigen Elemente, schon vor dem Dasein einer Pflanzenwelt existirt haben muss, so kann er ja wohl auch in diesen ältesten prozoischen Formationen **ursprünglich** in der Form von Graphit krystallisirt haben, und als solcher stellenweise angehäuft worden sein. Wenigstens dürfte die Ansicht, dass **aller** Graphit von organischer Abkunft sei, bis jetzt noch keineswegs als hinreichend erwiesen gelten.

Anm. Nach G. Bischof sollen alle Erscheinungen zu der Annahme führen, „dass es ohne Pflanzen keinen Kohlenstoff auf der Erde geben würde"; Lehrb. der chem. Geol. II, 72. Indem er diese Ansicht auch für den, in gewissen Meteoreisenmassen und Meteorsteinen nachgewiesenen Kohlenstoff geltend zu machen sucht, erinnern wir an die gegentheiligen Bemerkungen, welche Lawrence Smith in seiner trefflichen Abhandlung über die Meteoriten, an dieses Vorkommen knüpft: *it serves to strengthen the notion, that carbon can be of pure mineral origin, for no one would be likely to suppose that the carbon found its way into a meteorite either directly or indirectly from an organic source.* (*The Amer. Journ. of sc.* [2] vol. 19, 1855, *p.* 326). Ganz dieselbe Bemerkung lässt sich auf den Phosphor anwenden, da manche Geologen bei jedem Phosphate sogleich an organische Herkunft zu denken geneigt sind. Wer wird für den Phosphor des Schreibersits in den Meteoriten einen organischen Ursprung geltend machen wollen? Dass übrigens der Graphit in gewissen Fällen auch auf **nassem Wege** gebildet worden sein könne, diess ist sehr wahrscheinlich. Schafhäutl hat schon vor langer Zeit eben so die Bildung, wie die Auflösung des Graphites auf nassem Wege durch Versuche dargethan, lange bevor die Gebrüder Rogers zeigten, dass auf demselben Wege der Graphit in Kohlensäure umzuwandeln sei. *Edinb. Philos. Mag. vol.* 15, *p.* 419 und *vol.* 16.

§. 278. *Erzlagerstätten im Urgneisse; Fallbänder, Magneteisenerzstöcke.*

Die primitive Gneissformation ist in vielen Gegenden sehr reich an mancherlei Erzlagerstätten, wogegen sie anderwärts in dieser Hinsicht eine grosse Armuth offenbart. Dabei haben wir es jedoch an gegenwärtigem Orte **nicht** mit den **Erzgängen**, als fremdartigen und unabhängigen Bildungen, sondern lediglich mit den erzführenden **Lagern** und **Lagerstöcken**, als denen der Gneissformation wesentlich angehörigen und mit ihr organisch verbundenen Bildungen zu thun.

Wir finden zuvörderst, dass manche Schichten der Gneissformation, mögen sie nun aus Gneiss, oder aus Hornblendschiefer, Glimmerschiefer, oder aus anderen untergeordneten Gesteine bestehen, als **erzführende Gesteinsschichten** ausgebildet sind, indem sie sich mehr oder weniger reichlich mit metallischen Mineralien erfüllt zeigen, ohne doch durchaus, oder auch nur in ihrer vorwaltenden Masse aus dergleichen Mineralien zu bestehen. Zu den erzführenden Gesteinsschichten gehören z. B. die sogenannten **Fallbänder** im südlichen Norwegen, die Kobaltlager von Skutterud daselbst, die magneteisenerzreichen Schichten gewisser Gneissdistricte, und andere ähnliche Vorkommnisse.

In der Gegend von Kongsberg zeigt der Gneiss innerhalb eines Raumes von mehren Meilen Länge und anderthalb Meilen Breite die Merkwürdigkeit, dass gewisse seiner Schichten oder Schichtenzonen in meilenweiter Erstreckung, und mit nur wenigen Unterbrechungen, bald in geringerer bald in grösserer und z. Th. in mehren hundert Fuss Mächtigkeit, mehr oder weniger reichlich mit Eisenkies, etwas Kupferkies und Zinkblende versehen sind, welche meist in äusserst feinen und kaum sichtbaren Theilchen eingesprengt zu sein pflegen, so dass sie sich an der Gebirgsoberfläche bisweilen erst durch die, in Folge ihrer Zersetzung entstandene rostbraune Färbung des Gesteins zu erkennen geben. Diese, unter dem Namen der Fallbänder bekannten Gebirgsschichten erlangen für den Kongsberger Bergbau deshalb eine grosse Wichtigkeit, weil die quer durch die Schichten setzenden Silbergänge innerhalb der Fallbänder vorzüglich reich, ausserhalb derselben aber sehr arm an Silbererzen zu sein pflegen; (Hausmann, Reise durch Scandinavien, II, S. 12 ff. und *Nyt Mag. for Naturvidensk. I*, S. 86 f.).

Auf ähnliche Weise wie diese Fallbänder hat man sich auch die sogenannten Kobaltlager von Modum und Skutterud vorzustellen; sie sind Schichtenzonen eines wesentlich aus Glimmer und Quarz bestehenden Gesteines, in welchen die Erze, hauptsächlich Glanzkobalt, Arsenkobaltkies und kobalthaltiger Arsenkies, mehr oder weniger reichlich eingesprengt sind, so dass erzhaltige und taube Partieen, erzführende und erzleere Schichten oder Streifen mit einander abwechseln; (Hausmann a. a. O. S. 85 f. Böbert in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 21, 1847, S. 215 f.).

Magneteisenerz kommt hier und da auf dieselbe Art vor, weit fortsetzende und mächtige Schichten zwar nur in eingesprengten Körnern, aber doch bisweilen reichlich genug erfüllend, um einen Gegenstand der Gewinnung zu bilden. Diess ist z. B. nach Malcolmson der Fall in Ostindien, östlich von Nirmul, wo das in Hornblendschiefer, Gneiss und Glimmerschiefer eingesprengte Erz durch Pochen und Waschen dieser Gesteine gewonnen und zur Bereitung des berühmten Damascener Stahles verarbeitet wird; (*Trans. of the Geol. soc. 2. ser. V, p.* 546).

Die Zinnerzlager von Pöbel unweit Altenberg sind ebenfalls in der Hauptsache Gneissschichten, in welchen einzelne, mehr quarz- oder glimmerreiche Lagen auftreten, welche Zinnerz, Arsenkies, Eisenkies, und einige andere, das Zinnerz gewöhnlich begleitende Mineralien eingesprengt enthalten. Nach Böbert sind auch das Kupferkies- und Zinnerzlager von Pitkäranda am Ladogasee in Finnland*) und das Kobaltlager von Vena in Schweden als fallbandähnliche Lagerstätten zu betrachten, welche er überhaupt als eine besondere Classe von Erzlagerstätten eingeführt wissen will, da sie sich den Erzlagern nähern, ohne doch dergleichen zu sein. Ein Fallband, sagt er, könnte füglich der Anfang zu einem Lager, gleichsam ein halbfertiges Lager genannt werden; (a. a. O. S. 242). Vergl. auch Scheerer im Neuen Jahrb. für Min. 1853, S. 720.

An diese erzführenden Gesteinsschichten schliessen sich andere Bildungen an, welche gewissermaassen als eine Combination derselben mit eigentlichen Erzlagern zu betrachten sind, indem sie als solche Schichten und Schichtenzonen erscheinen, welche gewisse Erze nicht nur in eingesprengten Theilen,

---

*) Nach Kutorga soll die Lagerstätte von Pitkeranta (so schreibt er den Namen) ein Gang sein, welcher vorwaltend aus Pyroxen, Amphibol und Labrador besteht, und Kupferkies als das hauptsächliche Erz führt. Geogn. Beobb. im südl. Finnland, S. 61 f. Indessen dürfte doch die von Blöde (Neues Jahrb. für Min. 1837, S. 178) und von anderen Beobachtern vertretene Ansicht richtig sein, dass sie ein Lager ist.

sondern auch zugleich in mehr oder weniger zusammengehaltenen Ablagerungen umschliessen.

Es ist besonders Magneteisenerz, welches solchergestalt in einigen Gegenden auftritt, und uns in dieser Ausbildungsweise einen wichtigen Fingerzeig darüber giebt, wie wir eigentlich das Verhältniss der mehr selbständig erscheinenden Magneteisenerzstöcke zu ihrem Nebengestein aufzufassen haben.

So enthält nach Dufrénoy der Gneiss bei Villefranche im Dep. de l'Aveyron eine Schichtenzone von grosser Längenausdehnung, in welcher der Glimmer fast gänzlich durch Magneteisenerz ersetzt wird, während sich dasselbe Erz zugleich in Lenticularstöcken angehäuft findet. *Explication de la carte géol. de la France, I,* 125. Der mächtige Zug von Hornblendgneiss, welcher den Staat New-Jersey von NO. nach SW. bis an den Delaware durchsetzt, zeigt eine ähnliche Erscheinung, indem er nicht nur sehr viele und zum Theil weit fortsetzende Lager, sondern auch häufig eingesprengte Körner und Krystalle von Magneteisenerz umschliesst. Scheerer bemerkt, dass auch die in der Gegend von Arendal vorkommenden Magneteisenerzmassen in einem ganz ähnlichen Verhältnisse zum Gneisse stehen, wie die Fallbänder bei Kongsberg, nur mit dem Unterschiede, dass das Erz sich hier an den meisten Stellen mehr concentrirt hat, als die Kiesarten der Fallbänder, und dass seine Massen keine so grosse Längenerstreckung besitzen.

Weit wichtiger als diese erzführenden Gesteinsschichten der Gneissformation sind die auf kleinere Räume concentrirten Erzmassen, welche ...liche Lager und Stöcke bilden, und sich eben so durch den Reichthum ... Erzen, wie durch die Manchfaltigkeit von anderen mit einbrechenden Mineralien als äusserst interessante Erscheinungen beurkunden. Besonders verdienen in dieser Hinsicht die Lager und Stöcke von Magneteisenerz hervorgehoben zu werden, welche in vielen Gegenden, zumal aber in Schweden, im ...chen Norwegen, in Nordamerika und in Algerien bekannt sind.

Auf diesen Lagern kommen mehr oder weniger auch Pyroxen, Granat, ...bol, Pistazit, Glimmer, Chlorit, verschiedene Feldspathe, Quarz und ...spath vor, bald sparsam, bald in so vorwaltender Menge, dass sie, zu... mit dem Magneteisenerze, (bisweilen auch mit Glanzeisenerz, etwas ..., Magnetkies, Kupferkies und Zinkblende) die Hauptmasse der Lager... zu bilden pflegen. Neben diesen häufigeren Mineralien erscheinen aber ... viele andere Species mehr untergeordnet und sporadisch, so dass manche ... Ablagerungen zu den reichsten Fundstätten des Mineralreiches gerechnet ...n müssen[1]). Dabei scheint es, dass die Stöcke im Allgemeinen viel ...hfaltiger zusammengesetzt sind, als die eigentlichen Lager, und dass ...nigen Magneteisenerzstöcke, in deren Zusammensetzung der Kalkspath ... wichtige Rolle spielt, vorzüglich reich an Granat, Pyroxen und anderen ...licaten sind.

Wir können uns hier nicht auf eine Aufzählung aller der verschiedenen

[1]) Aus denen dem Scandinavischen Gneisse untergeordneten Magneteisenstöcken kennt ...its über 80 verschiedene Mineralspecies, in welchen nicht weniger als 42 der be...n Elemente enthalten sind. *Daubrée, Mém. sur les dépots metallifères de la Suède et de* ...ge. p. 76.

Mineralien einlassen, welche bereits in den verschiedenen Magneteisenerzlagern gefunden worden sind; doch glauben wir noch das nicht ganz seltene Vorkommen von Zeolithen, von Apatit, und das bisweilige Vorkommen von Graphit, Asphalt und einer steinkohlenähnlichen Substanz erwähnen zu müssen.

Das berühmte Lager von Dannemora (in Upland), so wie die Lager von Bispberg und Garpenberg (in Dalarne), von Norberg (in Westmanland) und einige andere führen zuweilen Asphalt, welcher derb und eingesprengt, oder auch in kleinen Kugeln, gewöhnlich in Begleitung von Quarz, und sogar mitten in Quarzkrystallen eingewachsen vorkommt. „Diese Erscheinung, sagt Hausmann, giebt den sichersten Beweis, dass das Bergpech zugleich mit dem Quarze auf dem Lager sich bildete, und dass also zu einer Zeit, in welcher die Natur zur Bildung organisirter Wesen noch nicht vorgeschritten war, doch schon eine Mineralsubstanz entstehen konnte, die wir am häufigsten aus der Zersetzung animalischer oder vegetabilischer Körper hervorgehen sehen." (Reise durch Scandinavien, IV, S. 83. Auf ähnliche Weise haben sich auch später Virlet u. A. dafür erklärt, dass wohl in manchen Fällen Bitumen und Bergöl ursprünglich aus ihren Elementen gebildet werden konnten, ohne dass es dazu organischer Körper bedurfte. — Dasselbe gilt wohl auch von dem als Apatit erscheinenden phosphorsauren Kalke, welchen man gewiss nicht von organischen Körpern ableiten kann, wenn er als accessorischer Gemengtheil der Gneisse und Granite, oder als ein Ingrediens dieser Magneteisenerzstöcke auftritt. Eine ganz andere Frage ist es freilich, ob der Asphalt und der mit ihm vorkommende Quarz auf diesen Stöcken als eine ursprüngliche, oder als eine secundäre Bildung zu betrachten ist.

Uebrigens wiederholt sich auf diesen Magneteisenerzstöcken die, bereits bei den Kalksteinstöcken bemerkte Erscheinung, dass die Krystalle mancher auf ihnen einbrechenden Mineralien eine geflossene Oberfläche zeigen. Bei Arendal kommt diess besonders häufig an den Krystallen des Granates, Augites und Apatites vor, zumal wenn sie von Kalkspath umgeben sind.

Die Form dieser Magneteisenerz-Ablagerungen ist nicht selten die eines regelmässigen Lagers, weit häufiger die eines lenticularen Lagerstockes, bisweilen aber so unregelmässig, dass sie sich kaum beschreiben lässt; ja manche Stöcke erscheinen als verworrene Geflechte von langgestreckten Nestern und Trümern, welche theils von Magneteisenerz, theils von anderen Mineralien oder Mineral-Aggregaten gebildet werden. Diese Unbestimmtheit der Form wird noch durch die unbestimmte Begränzung der Stöcke gesteigert, indem solche sehr häufig durch allmälige Uebergänge mit ihrem Nebengesteine verbunden sind, welches gleichfalls mit Magneteisenerz und anderen Mineralien mehr oder weniger erfüllt ist, und solchergestalt ohne bestimmte Gränzfläche in den Erzstock verläuft. Auch finden sich bisweilen schön im Hangenden und Liegenden der Stöcke einzelne Lagen, Streifen oder Nester von ähnlicher Zusammensetzung ein.

Wie die Form so ist auch die Structur dieser Ablagerungen ziemlich verschieden; die regelmässigen Lager und manche Stöcke lassen eine lagenweise ihren äusseren Begränzungsflächen ungefähr parallele Anordnung ihrer vorwaltenden Bestandtheile erkennen, während in anderen Stöcken die verschie

denen Mineralien und Aggregate ohne alle Regel in Nestern, Klötzen, Schalen und Trümern durch einander vorkommen.

Die Dimensionen der Magneteisenerz-Lagerstätten sind gleichfalls sehr verschieden; die Lager haben oft, bei einer Mächtigkeit von nur wenigen Fuss, eine recht bedeutende Ausdehnung in der Richtung des Streichens; die Stöcke erscheinen zuweilen nur als grosse Nieren, während sie in anderen Fällen eine Mächtigkeit von mehr als hundert Fuss, und eine angemessene Ausdehnung im Streichen und Fallen besitzen*). Dass sie aber keinesweges in unbegränzte Tiefen fortsetzen, diess wurde bei vielen derselben durch den Bergbau erwiesen, mit welchem ihr unteres Ende zuweilen in unerwartet geringer Tiefe erreicht worden ist.

Bei vielen Magneteisenerzstöcken kommt es vor, dass der Gneiss in ihrer unmittelbaren Umgebung eine von seinem gewöhnlichen Habitus abweichende Beschaffenheit annimmt, indem er bald granitartig, bald glimmerschieferähnlich, bald hornblendschieferähnlich, bald quarzitähnlich wird. Andere sind dergestalt mit Grünstein verknüpft, dass sie nur als integrirende Theile grösserer Grünsteinstöcke betrachtet werden können; (Taberg bei Jönköping). Noch andere werden von Kalkstein begleitet, welcher entweder im Hangenden oder Liegenden derselben auftritt; wie z. B. auf Utöen, bei Dannemora, Longbanshytta und Persberg in Schweden.

Nicht selten werden die Magneteisenerzstöcke von Nestern, Trümern oder Adern durchschwärmt, welche bald aus Kalkspath, bald aus Feldspath oder grob- und grosskörnigem Granit bestehen. Ebenso werden sie bisweilen von mächtigen Schalen (*skölar*) durchzogen, die besonders aus Chlorit, Talk, Serpentin und anderen Magnesia-Silicaten bestehen, und gewöhnlich gebogene glatte oder striemige, stark glänzende Ablosungsflächen besitzen.

Ueberblicken wir alle Verhältnisse dieser merkwürdigen Lagerstätten, berücksichtigen wir insbesondere ihre nahe Verwandtschaft mit den Fallbändern der erzführenden Gesteinsschichten, die allmäligen Uebergänge derselben in das Nebengestein, ihr völliges Zuendegehen nach der Tiefe, so bleibt uns kaum eine andere Ansicht übrig, als die, dass eine gleichzeitige Bildung derselben mit ihrem Nebengesteine Statt gefunden haben müsse, dass sie als ursprünglich gebildete locale Anhäufungen von Magneteisenerz und anderen Mineralien innerhalb derjenigen Schichtenzonen zu betrachten sind, in welchen sie auftreten.

Diess ist auch die Ansicht von Hausmann, Scheerer und Daubrée in Bezug auf die Scandinavischen Magneteisenerzstöcke, während Petzholdt gerade in diesen Stöcken deutliche Beweise finden will, dass sie gleichzeitig mit den basaltischen Gesteinen als eruptive Gebilde in den Gneiss eindrangen; (Geologie 2. Aufl. S. ...). Henry Rogers will sogar die, als ganz regelmässige Schichten, von 6—12 Fuss Mächtigkeit und meilenweiter Erstreckung, dem Hornblendgneisse von New-

*) Der colossalste unter allen bekannten Magneteisenerzstöcken ist wohl der Gellivaraberg in Luleo-Lappmark, welcher, bei 16000 F. Länge, 8000 F. Breite und ein paar 100 Fuss Höhe fast ganz aus Magneteisenerz und Glanzeisenerz zu bestehen scheint.

Jersey eingelagerten Magneteisenerzlager für später injicirte pyrogene Gänge erklären, weil sie zuweilen, fast wie Basaltgänge, eine Anlage zu transversaler säulenförmiger Absonderung zeigen, welche Erscheinung ihm *a strong argument* für ihre pyrogene und eruptive Entstehung zu sein scheint; (*Rep. on the geol. survey of the State of New-Jersey*, 1836, *p.* 132 ff., und *Silliman Amer. Journ. vol.* 41, 1841, *p.* 173). Dennoch aber sagt er, dass die in Morris Co. wenigstens 10 Engl. Meilen fortsetzenden Lager nirgends die Schichten durchschneiden, sondern ihnen überall vollkommen parallel sind, dass sie nur äusserst geringe Unregelmässigkeiten zeigen, und dass das Magneteisenerz selbst als ein charakteristischer Bestandtheil der ganzen Formation zu betrachten sei; auch ist das unmittelbare Nebengestein oft sehr glimmerreich, wie diess bei manchen Magneteisenerzlagern Scandinaviens gleichfalls vorkommt. Vom Taberge bei Jönköping in Schweden, der als eine langgestreckte, mit Magneteisenerz erfüllte Grünsteinkuppe einige hundert Fuss hoch über dem Gneisse aufragt, und an seinem südlichen Absturze fast nur aus Magneteisenerz besteht, bemerkt Hausmann, dass er „ein mit vielem Magneteisenerz gemengtes Grünsteinlager von sehr grosser Mächtigkeit ist, welches, den zerstörenden Einwirkungen mehr als der angränzende Gneiss trotzend, als isolirtes Stückgebirge aus der übrigen Gebirgsmasse hervorragt.“ (Reise durch Scandinavien, I, S. 165). Mit dieser Ansicht Hausmanns stimmt auch Hisinger ganz überein, wogegen Andere geneigt sind, den Taberg für ein eruptives Gebilde zu erklären*).

§. 279. *Lagerstätten von anderen Eisenerzen, Kupferkies, Glanzkobalt, Zinkblende und Bleiglanz.*

Ausser den Magneteisenerzlagern finden sich im Urgneisse auch mancherlei andere Erzlagerstätten, unter welchen wir zuvörderst der Lager von Glanzeisenerz oder Rotheisenerz gedenken wollen. Wie sich nämlich schon auf manchen Magneteisenerzlagern zugleich neben dem Magneteisenerze auch so viel Glanzeisenerz (Eisenglanz) einfindet, dass ihre Erzmasse ein Gemeng von beiden Erzen darstellt (Norberg in Westmanland), so kommen auch Lager vor, in welchen das Glanzeisenerz als das alleinige oder doch vorwaltende Erz auftritt.

So z. B. im Grangjärde-Kirchspiel in Dalarne, wo der Grengesberg einen unerschöpflichen Vorrath von Eisenerz umschliesst; nahe bei einander streichen dort eine Menge von Lagern, welche hauptsächlich aus körnigem, nur sehr wenig magnetischem Eisenerze, zum Theil aber auch aus wirklichem Magneteisenerze bestehen. Das erstere, wesentlich von Eisenoxyd gebildete Erz ist innig mit Quarz gemengt, und hält sehr viel eingesprengten Apatit; auch kommen dort Flussspath, Amethyst, Strahlstein, Feldspath, schwarzer Glimmer und Grengesit vor. Auf dem Häcksberge bei Persbo besteht ein Lager vorzüglich aus kleinschuppigem Eisenglanz; (Hisinger Min. Geogr. S. 68). Das Lager der Fahnsgrube bei Porsgrund in Norwegen unterscheidet sich dadurch von anderen Norwegischen Eisenerzlagern

*) Die Gründe, welche vom Standpuncte der heutigen Chemie gegen die Möglichkeit einer pyrogenen Bildung des Magneteisenerzes geltend zu machen sind, hat G. Bischof ausführlich entwickelt; Lehrb. der chem. Geol. II, 575 ff. Nach ihm soll dasselbe da, wo es mit Augit oder Hornblende vorkommt, ein Ausscheidungs-oder Zersetzungsproduct dieser Mineralien sein. Doch gesteht er in gewissen Fällen eine pyrogene Entstehung zu (a. a. O. 598).

dass es nicht Magneteisenerz, sondern fasriges, dichtes und ockriges Rotheisenerz führt; eigentlich ist dasselbe nur eine Zone von feldspathreichem Gneiss, welcher durch und durch von Eisenoxyd imprägnirt ist, das sich auch stellenweise in grösseren und kleineren Nestern concentrirt hat; (Hausmann, Reise durch Scandinavien, I, 222).

Dagegen sind Lagerstätten von Brauneisenerz wohl als sehr seltene Erscheinungen im Gebiete des Urgneisses zu betrachten.

Delanoue erwähnt z. B. einen sehr bedeutenden Stock von Brauneisenerz im Gneisse bei Saint-Jory-de-Chaleix unweit Nontron im Dep. der Dordogne; (*Bull. de la soc. géol. t.* 8, *p.* 99).

Erzlagerstätten, in denen Eisenkies (Pyrit) als vorwaltendes Material auftritt, weshalb sie auch gewöhnlich als Kieslager bezeichnet werden, sind gleichfalls hier und da im Gneisse beobachtet worden.

Sie schliessen sich an die kieshaltigen Fallbänder an, und scheinen auch in der That oft gar nichts Anderes zu sein, als Gneissschichten, welche mit Kiesen imprägnirt und stellenweise dermaassen erfüllt sind, dass sie daselbst das Ansehen von förmlichen Kieslagern erhalten. Schottland, Gegend von Freiberg.

Lager mit Kupfererzen, unter denen zumal Kupferkies vorwaltet, kennt man mehrfach, und z. Th. von so ansehnlichen Dimensionen, dass sie den Gegenstand eines bedeutenden Bergbaues bilden. Berühmt sind die Lagerstätten von Garpenberg und Fahlun in Dalarne, sowie jene von Tunaberg in Södermanland, mit welchen letzteren die Lager von Håkansboda in Westmanland eine grosse Aehnlichkeit, und die von Riddarhytta wenigstens insofern einige Uebereinstimmung zeigen, als sie neben den Kupfererzen auch Glanzkobalt führen. Ueberhaupt aber lassen diese Kupferlager Schwedens ähnliche Verhältnisse der Form, der Verknüpfung mit dem Nebengesteine, und zum Theil eine eben so vielfältige Zusammensetzung erkennen, wie die Magneteisenerzlager; einige derselben sind an Kalksteinlager gebunden, andere zeigen die Eigenthümlichkeit, dass der Gneiss in ihrer unmittelbaren Umgebung eine glimmerschieferartige Beschaffenheit annimmt.

Diess letztere ist z B. der Fall mit dem Lager von Garpenberg, welches aus mehren, an einander gereihten langgestreckten Nieren besteht, die von Glimmerschiefer umgeben werden, der weiter auswärts in Gneiss übergeht. Die Erze sind Kupferkies, Kupferglanz, Eisenkies, selten etwas Bleiglanz und Zinkblende.
Die vielbesprochene Lagerstätte von Fahlun besteht eigentlich aus einer colossalen stockartigen Masse, welche sich, bei ziemlich unregelmässiger Form, nach der Tiefe etwas verschmälert, und zuletzt nach unten stumpf auskeilt oder abrundet*). Dieser Hauptstock wird zunächst von mächtigen Schalen umhüllt und durchzogen, die hauptsächlich aus schiefrigem Talk, Chlorit und Glimmer bestehen; dasselbe ist mit einigen kleineren Stöcken der Fall. Das, diese Stöcke und ihre Schalen unmittelbar beherbergende, Nebengestein ist ein grauer splittriger Quarzit, auf welchen weiterhin Glimmerschiefer folgt, der sich endlich an

* Der Hauptstock reicht nämlich bis zu 188 Klaftern hinab, wo er völlig zu Ende geht; bei 50 Klafter Tiefe erreicht er seine grössten Horizontaldimensionen, von 160 Klafter in der Richtung NO.—SW., und 140 Klafter in der Richtung NW.—SO.

den herrschenden Gneiss der Gegend anschliesst. — Die Erzstöcke bestehen vorzüglich aus Eisenkies, Magnetkies und Kupferkies, welche dergestalt vertheilt sind, dass nach innen die Eisenkiese vorwalten, der Kupferkies dagegen mehr nach aussen hin auftritt; Bleiglanz und Zinkblende finden sich minder häufig, doch soll der erstere nach der Tiefe hin zunehmen; dieselben Erze kommen auch eingesprengt in der Masse der Schalen und in dem sie begränzenden Quarzite vor. Ausserdem aber sind die, meist 1 bis 10 Klafter mächtigen äusseren Schalen mit mancherlei Mineralien erfüllt, von denen wir nur Magneteisenerz, Automolit, Granat, Cordierit, Fahlunit, Serpentin, Amphibol, Anhydrit, und Dolomit anführen.

Bei Tunaberg sind es mehre Kalksteinlager, in welchen die Erze ganz vorzüglich vorkommen. Der dortige Kalkstein zerfällt nämlich in vier Varietäten, je nachdem er besonders mit Serpentinkörnern, oder mit Quarz, oder mit Skapolith und Malakolith, oder endlich mit sehr vielen Kokkolithkörnern nebst etwas dunkelgrünem Glimmer und Graphit gemengt ist. Diese letztere Varietät, deren Lager mit den anderen drei Varietäten und mit Gneiss abwechseln, ist als der eigentliche erzführende Kalkstein zu betrachten. In der Hauptgrube streichen seine Lager, eben so wie die übrigen, von NNW. nach SSO., und fallen 16 bis 35° in Ost. Wie nun schon der Gneiss im Hangenden des Hauptlagers oft bedeutend weit aufwärts Kupferkies, Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende und stellenweise selbst Glanzkobalt eingesprengt hält, so ist es auch vorzüglich der hangende Theil dieses Lagers, in welchem die beiden wichtigsten Erze, Kupferkies und Glanzkobalt, besonders reichlich auftreten, denen sich auch, ausser den übrigen bereits genannten Mineralien, noch Magnetkies, brauner Quarz und Orthoklaskrystalle zugesellen. Auch in einigen der tieferen Kalksteinlager sind die Erze auf ähnliche Weise, obgleich in weit geringerer Menge nachgewiesen worden. (*A. Erdmann, Försök till en geognostisk-mineralogisk beskrifning öfver Tunabergs Socken,* 1849, S. 27 ff.)

Zinkblende bildet sehr mächtige Lager im Gneisse Schwedens, in der Nähe des Wetternsees, zwischen Nerike und Östergöthland.

Diese Lager erreichen nach Max Braun eine Mächtigkeit von 15 bis 20 Meter; die Blende ist meist feinkörnig, und immer mit Feldspath gemengt; Lager von körnigem Kalkstein treten an der Gränze, und ein Granatlager in der Nähe dieser Blendelager auf. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IX, S. 555.

Auch Bleiglanzlager finden sich im Gebiete des primitiven Gneisses, obwohl sie nicht gerade zu den häufigen Erscheinungen gehören. Sie scheinen gleichfalls besonders an Kalkstein gebunden zu sein, und beherbergen eine ziemliche Manchfaltigkeit von Mineralien, so dass sie in dieser Hinsicht den übrigen Erzlagerstätten wenig nachstehen dürften. Vorzüglich bekannt sind die Lagerstätten von Sala in Westmanland und von Vestra-Silberberg in Norrberkes Kirchspiel in Dalarne; doch ist auch mancher andere Blei- und Silberbergbau Schwedens auf ähnlichen Lagern betrieben worden.

Die Gegend von Sala besteht aus granitähnlichem Gneiss, in welchem ein 1½ anderthalb Meilen langes und stellenweise an 10000 Fuss breites Kalkfeld, als ein sehr colossaler Kalkstock eingeschlossen ist, welcher jedoch in seiner Mitte dermaassen contrahirt erscheint, dass er fast in zwei hinter einander liegende Stöcke zerfällt, von denen der südwestliche die Erzlager umschliesst. Das allgemeine Einschiessen ist nach NW. gerichtet, wo der Kalkstein von Hornblendschiefer bedeckt wird, während er in SO. auf Gneiss liegt, und daselbst viele Lager von Felsit oder Hälleflinta enthält.

Dieser Kalkstein ist graulich- und grünlichweiss, sehr fein- bis grobkörnig

wird von vielen schmalen Grünsteingängen durchsetzt, und bildet da, wo die Erzlager vorkommen, eine ziemlich scharfe Mulde, längs deren Kiel der sogenannte Storgrufvagang, ein mächtiger, flach nach W. fallender Gang eines serpentinartigen und talkschieferähnlichen, mit vielen langgezogenen Linsen und Ellipsoiden von Kalkstein erfüllten, aber erzleeren Gesteines aufsetzt, wie denn überhaupt dergleichen talkige Gesteinsschalen (*skölar*) auch ausserdem vielfältig vorhanden sind. Die Schichten des Kalksteins werden durch Zwischenlagen abgesondert, welche aus Talk, Salit und Kalkspath bestehen, und sich gegen den Storgrufvagang noch mit Serpentin, Chlorit und Hornblende erfüllen. Die an diesen Gang angränzenden Theile mehrer Kalksteinschichten sind es nun, in denen die Erze eigentlich vorkommen, daher man denn zu beiden Seiten des Ganges besonders acht Erzlager kennt, deren Erzgehalt in seiner Nähe am grössten zu sein pflegt, und mit der Entfernung von ihm allmälig abnimmt. Silberhaltiger Bleiglanz ist das Haupterz; ein sehr häufiger Begleiter ist Zinkblende; ausserdem finden sich Eisenkies, Arsenkies und Magnetkies; selten fanden sich Silber, Antimon, Amalgam, Zinnober, Kupferkies und Magneteisenerz. Zugleich mit diesen Erzen kommen Kalkspath, Talkspath, Baryt, Quarz, Glimmer, Chlorit, Felsit, Granat, Malakolith, Strahlstein, Grammatit, Asbest, Bergkork und Serpentin vor. Die Schalen, welche nur selten Erze führen, bestehen vorzüglich aus grünem schiefrigem Talk mit Quarz, Felsit, Salit, Serpentin und Asbest; (Hausmann, Reise durch Scandinavien, IV, S. 268 ff., und *Forselles, Berättelse om Sala-Silfververk*, 1818, S. 25 ff.).

Wir haben geglaubt, einige dieser merkwürdigen Lagerstätten ausführlicher beschreiben zu müssen, um dem Leser eine Vorstellung von ihrer Zusammensetzung und die Ueberzeugung zu verschaffen, dass die meisten derselben nach allen ihren Verhältnissen nur als gleichzeitige Bildungen mit ihren Nebengesteine betrachtet werden können.

§. 280. *Lagerung und Architektur der Urgneissformation.*

Nachdem wir die wichtigsten vorherrschenden und untergeordneten Gebirgsglieder kennen gelernt haben, welche die primitive Gneissformation zusammensetzen, liegt uns noch die Aufgabe vor, die allgemeine Lagerungsform und Architektur derselben zu schildern, so weit solche in einigen von denjenigen Ländern erforscht worden sind, wo diese Formation in grosser Ausdehnung entblösst ist.

Freilich sind bis jetzt nur in wenigen Gegenden umfassende und zusammenhängende Studien über die geotektonischen Verhältnisse der Urgneissformation angestellt worden; selbst die im Herzen Teutschlands gelegene Gneissregion des Erzgebirges ist in dieser Hinsicht noch sehr unvollständig bekannt, und es möchte noch vieler Arbeiten bedürfen, bevor wir zu einer gründlichen Erkenntniss der Architektur auch nur eines der grösseren Gneissdistricte gelangt sein werden. Es stellen sich aber auch der Erforschung gerade dieser Formation ganz eigenthümliche Schwierigkeiten entgegen, welche nur durch äusserst sorgfältige und detaillirte, auf guten Specialcharten ausgeführte Untersuchungen besiegt werden können. Die meisten dieser Schwierigkeiten entspringen aus dem vielfältigen Wechsel der Gesteine und Gesteinsvarietäten, aus denen, sowohl in der Richtung des Streichens als in anderen Richtungen

Statt findenden Gesteins-Uebergängen, und aus den häufigen localen Unregelmässigkeiten der Gesteinsstructur und der Schichtenstellung, indem gerade durch diese Verhältnisse die Verfolgung und Abgränzung der einzelnen Schichten und Schichtenzonen, sowie die Auffindung der allgemeinen Gesetze des Felsenbaues ganz ausserordentlich erschwert wird.

Im Allgemeinen lässt sich wohl behaupten, dass diese Schwierigkeiten in solchen Gegenden einen besonders grossen Einfluss ausüben, wo die Schichten eine sehr geringe Neigung haben, weil daselbst das Streichen und das Fallen häufigere Schwankungen zu zeigen pflegen, und weil kleine Aenderungen des Fallens einen weit stärkeren Effect auf die Horizontalprojection der Erscheinung ausüben, als diess in anderen Gegenden der Fall ist, wo die Schichten eine steile oder fast verticale Lage haben. Auch werden bei geringem Fallen die quer auf die Streichlinie der Schichten hervortretenden Uebergänge innerhalb sehr breiter Zonen enthalten sein, wodurch die objective Unsicherheit und das subjective Schwanken des Beobachters einen grösseren Spielraum gewinnen muss. Daher hat man denn auch zunächst den steileren Schichtenzonen der Gneissdistricte seine Aufmerksamkeit zuzuwenden, und von ihnen aus die Untersuchung in die übrigen Regionen zu verfolgen.

Die bis jetzt gewonnenen Resultate über die Lagerung und Architektur der grösseren Urgneiss-Territorien lassen sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen.

1) Die Urgneissformation bildet überall, wo sie hervortritt, die tiefste unter allen geschichteten Formationen; sie wird gewöhnlich zunächst von mächtigen Ablagerungen der Urschieferformation umgeben und bedeckt, welche in der Regel nach unten aus Glimmerschiefer, nach oben aus Thonschiefer bestehen, und meist in concordanter Lagerung dem Gneisse aufgelagert sind.

Hiermit dürfte wohl das allgemein herrschende Lagerungsgesetz der Urgneissformation ausgesprochen sein. Eine Unterlagerung oder Unterteufung des Urgneisses in grösserem Maassstabe ist bis jetzt wohl nur durch typhonische Granitstöcke beobachtet worden, welche sich nach allen ihren Verhältnissen als jüngere und eruptive Bildungen zu erkennen geben.

2) Die Urgneissformation wird aus dem Gneisse, nach welchem sie benannt ist, und aus den wichtigeren untergeordneten Gesteinen, zu welchen namentlich Granit, Glimmerschiefer, Hornblendschiefer und Quarzite gehören, besonders auf zweierlei verschiedene Weise zusammengesetzt.

In manchen Gegenden nämlich ist der Gneiss so durchaus vorwaltend, dass er allein über weit ausgedehnten Flächen erscheint, innerhalb welcher die langweilige Einförmigkeit der Zusammensetzung nur durch den öfteren Wechsel der Gneiss-Varietäten, oder auch durch sporadisch auftretende untergeordnete Einlagerungen anderer Gesteine einigermaassen unterbrochen wird; (Erzgebirge).

Dabei scheint es jedoch, dass gewisse herrschende Gneiss-Varietäten an bestimmte Verbreitungsgebiete gewiesen sind, wie sich diess z. B. im dörnlichen Theile des Freiberger Gneissfeldes sehr entschieden zu erkennen

giebt*), und auch in anderen Gegenden des Erzgebirgischen Gneiss-Territoriums bestätigt, wo H. Müller das Vorkommen zweier vorherrschender Hauptvarietäten, nämlich des grauen und des rothen Gneisses innerhalb bestimmter Regionen nachgewiesen hat**). Die Hauptmasse des grauen Gneisses nimmt nach Müller's Beobachtungen den nordöstlichen und östlichen Theil des Territoriums ein, während im westlichen und südwestlichen Theile der rothe Gneiss sehr verbreitet ist. Der Gränzverlauf zwischen diesen beiden Hauptgliedern stimmt weder mit der Architektur des einen noch des andern überein, sondern erweist sich mehr oder weniger transversal zu der Streichrichtung der beiderseitigen Schichten. Neuere Beobachtungen über die verschiedenen Gneisse des Erzgebirges theilten mit Vogelgesang (1851) und Cotta, (Neues Jahrb. für Min. 1854, S. 39 f.); sie bestätigen nicht nur die gegenseitige Unabhängigkeit dieser Gesteine, sondern scheinen sogar eine eruptive Bildungsweise des rothen Gneisses darzuthun. Auch Jokély erkannte den Unterschied des grauen und des rothen Gneisses auf der böhmischen Seite des Erzgebirges und folgerte aus den Verhältnissen des letzteren, dass er wohl ein eruptives Gebilde sein dürfte. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, VIII, 1857, S. 519 ff.) Quincke hat beide Gneiss-Arten einer chemischen Untersuchung unterworfen, aus welcher sich ergiebt, dass der rothe Gneiss theils eine fast normaltrachytische Masse, theils eine solche mit nur geringer ($^1/_{10}$ bis $^1/_5$) Beimischung von pyroxenischer Masse besitzt, wogegen der graue Gneiss zu viel Thonerde und Eisenoxydul enthält, um sich nach dem Bunsen'schen Mischungsgesetze interpretiren zu lassen. Der Verf. hält es daher nicht für unwahrscheinlich, dass der normaltrachytische rothe Gneiss eine plutonische, der übrige rothe und der graue Gneiss aber, zu welchem auch der charakteristische Gneiss der Gegend von Freiberg gehört, eine metamorphische Bildung sei. (Ann. der Chem. u. Pharm. B. 99, 1856, S. 232 ff.) — Auf ähnliche Weise hat schon früher A. Erdmann in Tunaberg's Kirchspiel in Schweden grauen und rothen Gneiss, als ein paar bestimmt gesonderte Varietäten in der Zusammensetzung des dortigen Gneisslandes unterschieden. — Auch im Baierschen Waldgebirge unterscheidet Gümbel sehr bestimmt drei Hauptglieder der Gneissformation, von denen die beiden obersten durch das oben (S. 82) erwähnte merkwürdige Quarzlager, den sogenannten Pfahl, von einander getrennt werden. Neues Jahrb. für Min. 1855, 174. Im Banate besteht nach Kudernatsch das Gneissgebiet aus zwei Zonen, deren eine von Glimmergneiss, die andere von Hornblendgneiss gebildet wird.

In anderen Gegenden findet über grosse Flächen eine so unaufhörliche Wechsellagerung verschiedener Gesteine Statt, dass man bisweilen kaum zu entscheiden vermag, welche derselben als vorwaltende, und welche als untergeordnete Gesteine betrachtet werden sollen. Gneiss, bald als Glimmergneiss, bald als Hornblendgneiss, Granit, Glimmerschiefer, Hornblendschiefer und alle die manchfaltigen Uebergangsglieder dieser Gesteine wechseln theils in einzelnen Lagen und Schichten, theils in mehr oder weniger mächtigen Zonen dergestalt mit einander ab, dass der, rechtwinkelig über die Schichten hingehende Beobachter beständig aus einem Gesteine in das andere gelangt.

Diese Art der Zusammensetzung, welche sich oft in sehr grossem Maassstabe ausgebildet findet, ist z. B. für viele Gneissregionen Norwegens, Schwedens und

* Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen etc. von Naumann und Cotta, Heft II, S. ff.

** Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 592 ff.

Finnlands sehr charakteristisch. Nach Fötterle wiederholt sie sich auch im Gneissgebiete des südwestlichen Theiles von Mähren. Eine vielfache Einschaltung von Glimmerschiefer im Gneisse an der Gränze gegen die Urschieferformation ist übrigens eine auch in anderen Gneiss-Territorien vorkommende Erscheinung.

Während sonach der Granit, der Glimmerschiefer und der Hornblendschiefer bisweilen einen sehr wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Urgneissformation haben, so pflegen dagegen die übrigen, in den §§. 276 und 277 aufgeführten Gesteine und die Erzlager ihren untergeordneten Charakter niemals aufzugeben, indem solche immer nur in verhältnissmässig kleineren Ablagerungen auftreten, welche zwar hier und da in grösserer Anzahl zu Gruppen oder Zügen concentrirt sein können, ohne doch deshalb einen sehr vorwaltenden Antheil an der Zusammensetzung des Territoriums überhaupt zu gewinnen.

3. Die Lagerungsform und die innere Architektur der Urgneissformation dürften besonders auf zwei grosse Hauptformen zurückzuführen sein. Die eine dieser Formen lässt sich vielleicht als ein kuppelförmiges Schichtensystem in der weitesten Bedeutung des Wortes bezeichnen.

Die, innerhalb eines mehr oder weniger grossen, abgeschlossenen Raumes auftretende Gneissformation zeigt nämlich in der mittleren Region dieses Raumes eine horizontale oder unbestimmt schwebende Schichtenlage, während gegen die Gränzen desselben die Schichten eine immer entschiedenere exokline Stellung annehmen (I, 886).

Die Contoure solcher Gneissdistricte können sehr verschiedenartig hervortreten; sie können bald rundlich, bald langgestreckt, bald polygonal sein, und sogar grosse aus- und einspringende Winkel zeigen. Das Wesentliche ist, dass die Schichten an den Gränzen nach aussen fallen, im Innern dagegen eine mehr schwebende Lage behaupten. Damit ist es übrigens recht wohl vereinbar, dass auch mitten in dem Bereiche eines solchen Gneissgebietes hier und da steile, oder antikline und synkline Schichtenzonen vorkommen.

In dem grossen Erzgebirgischen Gneissterrain scheint eine solche Architektur vorzuliegen, obgleich im Erzgebirge selbst nur die nordwestliche Hälfte des ganzen Systems zu Tage austritt, die südöstliche Fortsetzung desselben aber grösstentheils unter den jüngeren Bildungen des Leitmeritzer Kreises in Böhmen begraben liegt, unter welcher sie nur stellenweise, wie z. B. bei Bilin, Czernoseck und Milleschau hervortaucht. Der ursprüngliche Zusammenhang beider Hälften ist durch die Erhebungen des Erzgebirges aufgehoben worden, welche mit der Bildung einer grossen, von Tetschen nach Eger laufenden Spalte eingeleitet wurde, worauf der nordwestlich an dieser Spalte liegende Theil der Erdkruste aufwärts gedrängt und zu demjenigen Wallgebirge ausgebildet wurde, welches den Namen des Erzgebirges führt. Der herausgetriebene Bruchrand des so emporgestiegenen Landes erscheint uns gegenwärtig als der südöstliche Steilabfall des Erzgebirges, und in ihm tritt auch von Tyssa bis jenseits Klösterle die Gneissformation unbedeckt zu Tage aus, während der, auf der Südseite der Spalte in der Tiefe zurückgebliebene Theil derselben sogleich am Fusse des Gebirges, von den Schichten der Kreideformation und der Braunkohlenformation bedeckt erscheint.

Das kleine Gneissgebiet auf Dovrefjeld in Norwegen, in dessen südlichem Theil der Snöhättan aufragt, scheint die Architektur eines ziemlich regelmässigen und in sich abgeschlossenen kuppelförmigen (oder vielleicht kegelförmigen) Schichtensystems zu besitzen, so weit meine eigenen Beobachtungen zu einer ungefähren Kenntniss des Schichtenbaues in diesen unwirthbaren Gegenden gelangen liessen *).

Dagegen zeigt das Gneissgebiet, in dessen Bereich die Stadt Bergen liegt, ganz entschieden ein halb elliptisches oder parabolisches, nach Osten geschlossenes Schichtensystem, welches sich in seinem westlichen Verlaufe über die, jenseits des Bukkefjordes und Gjeltefjordes liegenden Inseln verfolgen lässt, worauf es weiterhin unter den Meeresspiegel hinabsinkt; (Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, S. 175 f.).

Eine zweite Lagerungsform der Urgneissformation ist diejenige, da sie in ehr mächtigen und weit fortsetzenden Zonen auftritt, innerhalb de- n eine sehr steile, bald parallele, bald antikline oder synkline Schich- nstellung, und gewöhnlich auch ein häufiger Wechsel der Ge- teine waltet, welcher letztere theils in der Richtung des Streichens, theils einer darauf rechtwinkeligen Richtung Statt findet, und im ersteren Falle tweder durch Gesteinsübergänge, oder durch die Einschaltung neuer Schich- n vermittelt wird.

Diese Architektur gehört unstreitig zu den merkwürdigsten Erscheinungen der Gebirgswelt; sie ist aber nicht nur auf die eigentliche Urgneissformation beschränkt, sondern setzt sich auch bisweilen noch in das angränzende Gebiet der Urschieferformation fort, so dass Schichtensysteme von 10, 20 und mehren graphischen Meilen Breite und einer angemessenen Längenausdehnung auf solche Weise zusammengesetzt sind, dass ihre Schichten nicht über d unter, sondern neben einander, gleichsam wie dicht an einander essende Mauern, immer nach derselben Weltgegend fortstreichen. Keilhau, her diesen Felsenbau in vielen Norwegischen Gneissdistricten nachgewie- hat, bemerkt mit Recht, dass wohl in solchen Fällen eine Fortsetzung r Schichten auch in sehr grosse Tiefe vorausgesetzt werden müsse, weil doch ganz undenkbar sei, dass z. B. in einem 20 Meilen breiten Schichten- steme dieser Art, gegen dessen Breite die Höhen und Tiefen der Oberfläche verschwindende Grössen sind, und dessen Oberfläche daher als fast rizontal vorzustellen ist, die steil neben einander hinziehenden Schichten ir als ganz oberflächliche schmale Bänder, und nicht vielmehr als sehr tief dreichende Parallelmassen ausgedehnt seien **).

* Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens, II, S. 324 ff. Doch muss ich bemer- dass Keilhau in seiner trefflichen Abhandlung über den Bau der Felsenmasse Nor- s (Gaea Norvegica, Bd. I, S. 408) Zweifel gegen die Richtigkeit meiner damaligen Auf- g ausgesprochen, und das ganze System des Snöhättan mit in den Schieferdistrict von refjeld aufgenommen hat.

** Nyt Magazin for Naturvidensk. IV, S. 284, und Neues Jahrbuch für Min. 1846, 848. en spricht sich Kjerulf, bei der Schilderung eines solchen, aus Gneiss, Glimmer- fer und Amphibolit bestehenden Schichtensystems zwischen Christiania und Liabro fol- massse aus: »Wir haben in dieser Gegend wahrscheinlich eine gefaltete Forma-

Uebrigens ergiebt sich aus den Beobachtungen, welche Keilhau namentlich über die ausgedehnten Gneissregionen des südlichen Norwegen zusammengestellt hat, dass in einer und derselben grossen Region mehre, nach verschiedenen Richtungen ziehende dergleichen Schichtensysteme auftreten können, welche an ihren Enden durch mehr oder weniger rasche Umbiegungen in einander verlaufen; dass aber auch hier und da, innerhalb kleinerer Regionen, die auffallendsten Biegungen und Windungen der Schichten vorkommen, welche in Bezug auf ihr Streichen und Fallen nichts als Verwirrung erkennen lassen. Dieser ganz eigenthümliche Felsenbau ist übrigens nicht nur in Norwegen, sondern auch in Schweden, Finnland, Nordamerika, Brasilien u. a. Ländern nachgewiesen worden.

Aehnliche Beobachtungen veranlassten wohl schon Heim zu der Bemerkung, dass der Granit mit allen seinen verwandten Lagern, also mit dem Gneisse, dem Glimmerschiefer, den Hornblendgesteinen ein zu gleicher Zeit gebildetes Ganzes ausmache, und dass die Anordnung und der Bau dieser Lager gänzlich von jener Einrichtung verschieden sei, die in Flötzgebirgen Statt findet. Die Lager der Flötzgebirge liegen über, die der primitiven Gebirge stehen neben einander; (Geol. Beschr. des Thür. Waldgebirges, II, 1. Abth. 1798, S. 333 und 335). Auch im Baierschen Walde, welcher sehr vorwaltend von Gneiss, mit untergeordnetem Granit, Glimmerschiefer und Hornblendschiefer gebildet wird, und dessen beide höchste Gipfel, der Arber und der Rachel, aus Gneiss bestehen, scheint ein ausserordentlich mächtiges, paralleles und in der Hauptsache sehr steil nach Nordwesten einfallendes Schichtensystem vorzuliegen. (Wineberger, Geogn. Beschr. des Baierschen Waldes, 1851, S. 22.)

Ueber den Felsenbau Finnlands sprach sich v. Engelhardt dahin aus, dass das geflochtene Gefüge des Granitgneisses und Gneiss-Syenites (Hornblendgneisses) im Kleinen ein Bild von der Verbindung der Massen im Grossen gewähre. Wie dort körniges und schiefriges Gestein, so winden sich hier die Felsmassen durch einander. Sämmtliche Gesteine haben stark geneigte Schichten von 30 bis 90°, und sind nicht sowohl über einander gelagert, als neben einander gestellt. Die vollkommen schiefrigen Gesteine streichen meist hor. 3, und fallen in Südost, und diess ist auch im Allgemeinen die Längenrichtung der übrigen Massen, obwohl sie sich vielfach krümmen. So lassen sich denn in der Breite von Torneå bis Wiborg besonders fünf mächtige Zonen nachweisen, in welchen abwechselnd Glimmergesteine und Hornblendgesteine die Oberhand gewinnen; (Darstellungen aus dem Felsgebäude Russlands, 1820, S. 20).

Aehnlich scheint die Architektur in dem grossen primitiven Territorio zu sein, welches nach Isbister rings um die Hudsonsbai, von der westlichen Seite der Baffinsbai über Labrador, die Laurentiner Gebirgskette, und weiterhin vom Superior-

---

tion, ursprünglich aus Quarzit, quarzreichem Schiefer und Thonschiefer bestehend. Die oft steil stehenden Schichten deuten auf eine sehr starke Faltung hin. Der sedimentäre Bau ist aber durch Metamorphismus in dem Grade entstellt, dass wir versucht werden, das Ganze als ein System von lauter steil stehenden Schichten zu betrachten, was indessen unmöglich so sein kann.« *Nyt Magazin for Naturvid. IX*, 301. Während also Kjerulf sogar die Möglichkeit solcher, in vielen Ländern nachgewiesener Schichtensysteme bezweifelt, so giebt Mejdell doch wenigstens vom Gneisse der Gegend von Kongsberg zu, dass er ein System von langgestreckten Gesteinsstreifen darstelle, welche sich in der Regel sehr steil, oft fast senkrecht an einander lehnen, und im Grossen ein bestimmtes Streichen innehalten. A. a. O. S. 348.

see bis an die Nordküsten des Landes zu verfolgen ist. (*The Quart. Journ. of the geol soc. XI*, 1855, *p.* 501 f.)

Evan Hopkins beschreibt ein sehr interessantes Profil durch die Andeskette Südamerikas unter 4° 20′ nördl. B., von der Meeresküste bei Choco bis an die Ebenen der Meta, eines Zuflusses des Orinoko. Dieser durch $4^1/_3$ Längengrade also über 64 Meilen sich erstreckende Querschnitt des Gebirges zeigt in seiner ganzen Ausdehnung lauter verticale, oder doch fast verticale Schichten der primitiven Formation, mit Ausnahme der discordant darüber gelagerten Steinkohlenformation von Bogota, und der eingeschalteten Grünsteine und Porphyre. Sonach besteht das ganze Gebirge aus zahllosen Varietäten von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendschiefer, Quarzit, Chloritschiefer u. s. w., welche alle in der Richtung N. 30° O. vertical neben einander hinziehen, ohne eine bestimmte Aufeinanderfolge erkennen zu lassen. Der Verf. glaubt, diese Architektur könne nur durch elektro-chemische Kräfte hervorgebracht worden sein. *Quart. Journ. of the Geol. Soc. vol. VI*, 1850, *p.* 364.

Aeusserst wichtig sind die Betrachtungen, welche v. Eschwege über die Urgneissformation Brasiliens mitgetheilt hat.

Bei Rio-de-Janeiro, sagt er, wechseln fortwährend Gneiss, Granitgneiss, Gneissgranit, Granit, Syenit, Glimmerschiefer und Hornblendgesteine. Dieselben Gesteine erstrecken sich aber, nach denen vom Prinzen von Neuwiedt, von v. Spix und Martius, von Mawe, Sellow, Freireis und Anderen angestellten Beobachtungen längs der Küste nördlich bis nach Bahia, und südlich bis nach der Provinz Rio-Grande, also durch 14 Breitengrade, oder (da die Küste von NO—SW. läuft) über 250 geographische Meilen weit. Das herrschende Streichen der Schichten ist hor. 2 bis 3, also von NNO. nach SSW., das meist 45—70° betragende Fallen nach Osten gerichtet. Auch nach Westen lässt sich dieses System von Felsarten tief landeinwärts bis in die Provinz Goyaz verfolgen. Eine regelmässige Aufeinanderfolge der Gesteine ist nicht zu erkennen; nur spielt der Glimmerschiefer im Allgemeinen eine untergeordnete Rolle. Oft ist gar keine bestimmte Gränze anzugeben, so innig und allmälig gehen die Gesteine in einander über, was selbst im Streichen der Schichten Statt findet, so dass ein System von Gneissschichten in seinem weiteren Verlaufe in Granit, in Glimmerschiefer oder Hornblendschiefer übergeht.

Wenn man die zahllosen Wechsel und Uebergänge der Gneisse, Granitgneisse, Gneissgranite u. s. w. betrachtet, so muss man wohl bezweifeln, dass sie verschiedenen Formationen angehören. Es ist nur ein System von vielen, neben einander ausgebildeten Gliedern, in welchen die Häufigkeit und die Lage des Glimmers den Hauptunterschied von Granit, Gneiss und Glimmerschiefer bedingte. Und zwar entstanden diese Schichten gleich in ihrer aufgerichteten Stellung und in derjenigen Richtung, welche den allgemeinen Verlauf des Gebirgszuges bestimmte. Wenn man die ungeheure Mächtigkeit dieses aufrecht stehenden Schichtensystemes, von der Küste bis an die Gränze der Provinz Goyaz berücksichtigt, so ist es ganz unmöglich, hier an eine Erhebung ursprünglich horizontaler Schichten zu glauben. „Was für eine Kraft müsste es gewesen sein, welche eine 100 Meilen dicke Steinmasse aus ihrer ursprünglich horizontalen Lage gebracht haben könnte!" (Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens, 1832, S. 1 ff.) Eben so sagt er bei der Beschreibung des durch sechs Längengrade reichenden Profiles von Rio-de-Janeiro bis an die Gränze von Goyaz: es ist ein beständiger Wechsel von Granit, Gneiss, Granitgneiss, Hornblendgesteinen, Syenit, Thonschiefer, Itakolumit u. s. w.; Alles in der Hauptsache gleichförmig gelagert, mit dem Hauptstreichen hor. 2—3. Wie wäre es möglich, diese Masse als aufgerichtet zu denken? Nein, die Schichten wurden in dieser Stellung gebildet.

Keilhau beschliesst die Beschreibung der verschiedenen Urgneiss-Territorien Norwegens mit einigen allgemeinen Bemerkungen, welche zu wichtig sind, als dass sie hier übergangen werden könnten. Er führt zuvörderst viele Beispiele von sehr mächtigen und weit fortsetzenden Schichtenzonen an, in welchen die steilen Schichten einen constanten Verlauf nach derselben Weltgegend zeigen, und bemerkt, wie die im südöstlichen Norwegen, zwischen Kongsberg, Fredrikshal und Elverum herrschende Regel eines nordsüdlichen Streichens weit hinein nach Schweden über den Wenersee bis nach Westmanland verfolgt werden kann. Das Fallen der Schichten ist in diesen mächtigen Zonen so allgemein über 45°, dass ein geringeres Fallen nur als Ausnahme, vollkommen verticale Schichtenstellung dagegen sehr häufig angetroffen wird. Nach dem, was wir bereits über Schweden, Finnmarken und Finnland wissen, sind wir berechtigt, im Allgemeinen dort ganz ähnliche Verhältnisse vorauszusetzen. „Und so liegt denn vor uns ein Areal von vielen tausend Quadratmeilen ausgebreitet, das nur an wenigen Stellen andere, als steil nach der Tiefe hinabgehende Schichten zeigt. In vielen und grossen, ja wir können vielleicht annehmen, in den meisten und grössten Stücken dieses Areals sehen wir diese steilen Schichten irgend einem Gesetze eines regelmässigen Verlaufes folgen; wir finden sie zehn, zwanzig, ja zum Theil noch viel mehre Meilen weit nach denselben Linien fortstreichend, und es scheint uns, dass da, wo neue Streichungsfelder anfangen, es doch noch immer dieselben Parallelmassen sind, die wir vorher betrachtet haben, die sich aber nur einer andern Streichungsregel unterworfen haben.“ Eine bestimmte Aufeinanderfolge der verschiedenen Gesteine, welche diese Gneiss-Territorien vorwaltend zusammensetzen, existirt nicht; jede Gesteinsart erscheint bald im Liegenden, bald im Hangenden, bald in der Mitte dieser mächtigen Zonen. Auch kann um so weniger von einer solchen Aufeinanderfolge die Rede sein, da die petrographischen Uebergänge der Gesteine eben sowohl in der Richtung des Streichens innerhalb derselben Schichten, als rechtwinkelig darauf, von einer Schicht zur andern Statt finden; (*Gäa Norvegica*, Bd. I, S. 373 ff.).

Wir beschliessen die Betrachtung der Urgneissformation mit der Hinweisung auf einige Erscheinungen, welche vielleicht nur ein locales Interesse haben, desungeachtet aber nicht ganz mit Stillschweigen übergangen werden können.

Die Schichten dieser Formation zeigen nämlich in der Regel innerhalb eines jeden Gebietes derselben eine durchaus concordante Lagerung; [illegible] sind jedoch einzelne Ausnahmen von dieser Regel beobachtet worden. Betreff welcher künftige Untersuchungen entscheiden müssen, ob sie durch spätere, oder vielleicht durch solche Dislocationen zu erklären sind, welche schon während der Bildungsperiode der Gneissformation Statt fanden.

An diese Erscheinung knüpft sich eine andere an, welche mit ihr gewissermaassen verwandt ist: wir meinen nämlich das Vorkommen von grossen fragmentähnlichen Einschlüssen einer Gneissvarietät innerhalb der Schichten einer anderen Varietät, oder auch das ähnliche Vorkommen anderer, der Gneissformation untergeordneter Gesteine. Diese fragmentähnlichen Einschlüsse erscheinen bald wie flache losgesprengte Schollen, bald wie unregelmässig gestaltete Klötze, zeigen aber gewöhnlich die Merkwürdigkeit, dass die Richtung ihrer Parallelstructur mit jener des einschliessenden Gesteins übereinstimmt.

Eine ebenfalls hierher gehörige Erscheinung ist das, allerdings nur selten beobachtete Auftreten gangartiger Gneissmassen mitten innerhalb eines ganz regelmässig geschichteten Gneissterrains. Und endlich haben wir noch des bisweiligen Vorkommens von Gneissbreccien zu gedenken, welche zwischen dem festen, anstehenden Gneisse eingeklemmt sind.

So erwähnt z. B. Keilhau ein paar Fälle von discordanter Lagerung aus Norwegen. Am Vorgebirge Flennäs sah er zwei, aus Gneiss und Hornblendschiefer bestehende Schichtensysteme in solcher Lagerung an einander stossen; das eine fällt 60 bis 70° in Nord, das andere 60 bis 80° in West. Eben so beobachtete er östlich von Arendal steil einfallende Schichten eines glimmerschieferähnlichen Gneisses, welche an fast horizontale Schichten des gemeinen Gneisses und Hornblendschiefers unmittelbar angränzen; (*Gäa Norvegica I*, 357 und 367).

Für das Vorkommen von Gneissschollen, in einem dem Urgneisse untergeordneten Hornblendschiefer, ist schon oben S. 81 ein von Keilhau beobachtetes Beispiel aus der Gegend von Trondhjem erwähnt worden. Ein Gegenstück hiervon traf ich ebenfalls in Norwegen bei Reisäter unweit Ullensvang, wo ein grobflasriger Gneiss theils parallelepipedische, theils anders gestaltete Massen von Grünsteinschiefer umschliesst; (Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, 123). Im rothen Gneisse des Ergebirges sind nach Cotta an einigen Orten, wie z. B. zwischen Königswalde und Mildenau, deutliche Bruchstücke des dort herrschenden grauen Gneisses gefunden worden. (Neues Jahrb. für Min. 1854, 41). Boethlingk sah bei Helsingfors in Finnland schmale Schichten von gewöhnlichem granitähnlichem Gneisse mit Hornblendgneiss regelmässig abwechseln; wo aber die Schichten des ersteren mächtiger werden, da erscheinen Stücke des letzteren aus ihrem Zusammenhange gebracht und oft mit veränderter Lage in der Masse des Glimmergneisses eingeschlossen; (Neues Jahrb. für Min. 1840, 614). Darwin berichtet, dass der granitähnliche Gneiss von Bahia eckige, scharf begränzte und bisweilen gebogene Partieen eines Hornblendgesteins umschliesst, welche wirkliche Fragmente sind; die Parallelstructur des Gneisses schmiegt sich um diese Fragmente hin; in der Botofogo-Bai unweit Rio-Janeiro enthält ein ähnlicher Gneiss ein 7 yards langes und 2 yards breites, scharfkantiges Fragment eines anderen, sehr glimmerreichen Gneisses; die Parallelstructur beider Gesteine zeigt dieselbe Richtung des Streichens. (*Geol. Observations on South America, p.* 141 f.)

Sehr selten sind mitten in einem Gneissterritorium gangähnliche Gneissmassen beobachtet worden. Cotta gedenkt eines solchen Falles ganz in der Nähe von Freiberg, wo in dem dortigen herrschenden Gneisse einige schmale, aber sehr deutliche Gänge einer anderen Gneissvarietät aufsetzen; merkwürdig ist es, dass die Schieferung des Gesteins innerhalb dieser Gänge fast dieselbe Richtung behauptet, wie im Nebengestein, obgleich die Gänge beinahe rechtwinklig hindurchsetzen; (Neues Jahrb. für Min. 1844, 681). Die von Russegger im Jahre 1833 beschriebenen Gneissgänge im Gneisse des Rathhausberges und anderer Gegenden Salzburgs sind nach Riepl, Petzholdt, und selbst nach seinen eigenen neueren Schilderungen nicht für das zu halten, wofür man sie jener ersten Beschreibung zufolge nehmen möchte; (Vergl. Baumgartners Zeitschrift, Bd. 2, S. 61 f. und Neues Jahrb. für Min. 1849, S. 717).

Breccien, aus Gneissfragmenten bestehend, welche mitten im Gebiete von Gneissablagerungen und fern von eruptiven Gesteinen unter solchen Verhältnissen auftreten, dass sie nicht als aufgelagerte klastische Bildungen gedeutet werden können, dürften, eben so wie ähnliche Breccien anderer Gesteine, keine so ganz seltene Erscheinung und gewöhnlich als contusive Reibungsbreccien, also in der Weise zu erklären sein, dass zwei durch eine Spalte von einander getrennte Ge-

birgstheile gegen einander bewegt worden sind. Sie haben daher auch meist ei
beschränkte und gangartig verlaufende Ausdehnung. Dergleichen finden sich z. I
unweit Rauenstein in Sachsen an der Chaussee dicht hinter dem Görsdorfer Koh
platze, sowie in einem Steinbruche nördich von Görbersdorf unweit Oedera
Keilhau sah bei Kongsberg Schichten von Gneissbreccie mit Gneisscäment mitt
im Gneisse, und in Finnmarken zwischen Launje-Jaure und Jggja-Jaure Klipp
eines Gneissconglomerates, bestehend aus gneissartiger Grundmasse mit grös
ren und kleineren Fragmenten anderer Gneissvarietäten; (*Gaea Norvegica*,
276 u. 367).

Zweites Kapitel.

Primitive Schieferformation.

§. 281. *Allgemeine Betrachtung und Uebersicht ihrer Gesteine.*

Unter dem Namen Urschieferformation oder primitive Schiefe formation vereinigen wir jene mächtigen und weit ausgedehnten, aus Gli merschiefer, Thonschiefer, Chloritschiefer und manchen anderen, unterg ordneten Gesteinen bestehenden Ablagerungen, welche gewöhnlich den prim tiven Gneiss überlagern, jedenfalls aber völlig frei von organisch Ueberresten sind, und ihre gesetzmässige Lagerungsstelle unter den ältest fossilhaltigen Formationen haben.

Einen grossen Theil dieser Formation vereinigte Sedgwick mit seinem Ca brischen Systeme, und man kann sagen, dass dieses System, mit Ausnah seiner oberen, fossilhaltigen Schichten, so ziemlich der Urschieferformation e spricht. Man hat sie wohl auch die azoische Silurformation genannt, wohl der wesentliche Charakter der silurischen Formation lediglich in dem V kommen bestimmter organischer Ueberreste gegeben ist. Die Benennung kryst linische Schieferformation ist deshalb nicht ganz ausreichend, weil es a neuere dergleichen Schieferbildungen giebt, und weil auch bisweilen in den o ren Etagen der Urschieferformation psammitische und pelitische Gestei Ablagerungen vorkommen; (vergl. oben, §. 264, S. 44 dieses Bandes.)

Es sind fast lauter schiefrige und geschichtete Silicatgesteine, wel die Urschieferformation vorwaltend zusammensetzen; ja, es sind grossenth dieselben Gesteine, welchen wir schon im Gebiete der Urgneissformation untergeordneten Bildungen begegneten; aber das Verhältniss hat sich gerad umgekehrt: die Schiefer und die feldspathfreien Gesteine bilden je das vorherrschende Material, während der Gneiss und die feldspathr chen Gesteine nur noch als untergeordnete Einlagerungen auftreten.

Die schon hierdurch ausgesprochene innige Verwandtschaft der gneissformation und der Urschieferformation wird noch dadurch gesteig dass beide Formationen gewöhnlich in vollkommen concordanter Lagerung einander folgen, und an ihren Gränzen gar nicht selten durch allmälige Ueb gänge verbunden sind. Man könnte sie demnach recht wohl zu einer einzig Formation zusammenfassen, wenn nicht der auffallende Contrast zwisc

len feldspathreichen, meist phanerokrystallinischen, und den feldspathfreien, ft kryptokrystallinischen Gesteinen, wenn nicht der, in der gesetzmässigen tellung der Urschiefer nach oben, und des Urgneisses nach unten hervortretende Gegensatz, und wenn nicht endlich die bisweilen ungeheure Ausdehnung der beiderseitigen Massen eine Trennung rathsam erscheinen liessen.

Wie die krystallinische Entwickelung vom Gneisse aufwärts durch den Glimmerschiefer bis in den Thonschiefer oder Chloritschiefer allmälig immer unvollkommener wird, so giebt sich auch, namentlich im Thonschiefer schon ig ein mehr oder weniger sedimentärer Habitus zu erkennen, weshalb man seinem Anblicke nicht selten unwillkürlich an umgewandelte schlammartige dimentschichten erinnert wird. Die Urschieferformation schliesst sich daher graphisch an die Uebergangsformationen an, wird aber durch den vollständigen Mangel an organischen Ueberresten, oft auch durch discordante erung von ihnen getrennt. Sie steht gewissermaassen auf der Schwelle chen den krystallinischen Silicatgesteinen der alten Gneissformation und n, bald pelitischen, bald psammitischen oder psephitischen Gesteinen der bergangsformation; sie bildet selbst ein Uebergangsglied, durch welche die kryptogenen Producte der Urzeit mit den unzweifelhaft sedimentären ducten der folgenden Periode in Verbindung gesetzt werden, und sie entscheinen, dieser Stellung ganz entsprechenden schwankenden Charakter indem sie theils von sehr krystallinischen, theils von solchen Gesteinen det wird, welche sich nur durch ihre bathrologischen Verhältnisse und den gänzlichen Mangel an Fossilien von gewissen Gesteinen der Silurforn unterscheiden lassen.

Die wichtigsten Gesteine und Mineral-Aggregate der Urschieferformation etwa folgende:

1. Krystallinische Kiesel- und Silicatgesteine;
   a) vorherrschende Gesteine:
      Glimmerschiefer, Thonschiefer, Chloritschiefer und Talkschiefer.
   b) untergeordnete Gesteine:
      Quarzit, Itakolumit, Kieselschiefer, Hornblendschiefer, Gneiss, Grünsteine, Serpentin.
2. Krystallinische Haloidgesteine;
      Kalkglimmerschiefer, Kalkstein, Dolomit und Gyps.
3. Erzlagerstätten verschiedener Art.

Die vier zuerst genannten Gesteine erscheinen so vorwaltend als die chen Bausteine der Urschieferformation, dass in Vergleich zu ihnen alle n nur als eingeschaltete Zwischenglieder gelten können. Indessen ist nicht zu läugnen, dass in den meisten Urschiefer-Regionen fast nur merschiefer und Thonschiefer als die eigentlich vorherrschenden ne auftreten, wogegen Chloritschiefer und Talkschiefer im Allgemeinen niger verbreitete Gesteine zu betrachten sind, wenn sie auch in gewissionen eben so vorwaltend auftreten, wie die beiden anderen Schiefer

in den übrigen Regionen. Nächst diesen vier Schiefern dürften wohl d Quarzit und der Kalkglimmerschiefer diejenigen Gesteine sein, welche no am häufigsten in mächtigen und weit ausgedehnten Ablagerungen angetroff werden.

§. 282. *Glimmerschiefer.*

Wegen der allgemeinen petrographischen Verhältnisse dieses Gesteins ve weisen wir zuvörderst auf Dasjenige, was im ersten Bande S. 535 f. gesa worden ist. Der Glimmerschiefer besteht wesentlich aus Quarz und Glimme und schwankt daher zwischen Quarzit und reinem Glimmergestein, welc letztere auch wirklich in manchen Varietäten vorzuliegen scheint. Obwohl n gewiss viele Glimmerschiefer wesentlich von Kaliglimmer oder Magnesi glimmer gebildet werden, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass in a deren (wie es scheint, sehr feinschuppigen und quarzarmen) Varietäten au Damourit, Paragonit und vielleicht auch der, von List als ein Gemen theil der Thonschiefer des Taunus nachgewiesene Sericit eine sehr wichti Rolle spielen. Vielleicht sind diese wasserhaltigen glimmerähnlichen Mi ralien mehr in den oberen, dem Thonschiefer nahe stehenden Etagen, wasserfreien (oder doch nur sehr wenig Wasser haltenden) Glimmer dage mehr in den unteren Etagen der Glimmerschiefer-Terrains zu finden.

Ausser den a. a. O. S. 537 f. genannten accessorischen Bestandtheilen noch Apatit (nicht selten in Massachusetts), Pistazit (ebendaselbst und Friedeberg in Schlesien), Eisenkies, Magneteisenerz und Eisenglan erwähnen, welcher letztere hier und da als Eisenglimmer den Glimmer ers und dadurch förmliche Uebergänge in Eisenglimmerschiefer (I, 649) vermit wie z. B. nach Beudant in Ungarn, und nach Dufrénoy in der Bretagne. Im Al meinen dürften Granat, Feldspath, Hornblende und Schörl als die wöhnlichsten Accessorien zu betrachten sein; der erstere nimmt oft einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung des Gesteins, wird in den me Varietäten mehr oder weniger häufig angetroffen, kann aber auch in mächti Zonen gänzlich vermisst werden, wie es denn sogar manche Glimmerschiefer-gionen giebt, in denen er überhaupt selten vorkommt; (z. B. einige Gegen Schottlands, in Irland und in den Pyrenäen). Der Feldspath kommt häufig und ist ein wichtiger accessorischer Bestandtheil, weil er den Uebergang in Gn bedingt. Die Hornblende erscheint theils in kleinen nadelförmigen Krystal theils in büschelförmigen oder besenförmigen Aggregaten, theils in Körnern. Turmalin, als schwarzer oder brauner Schörl, ist manchem Glimmerschiefe säulen- oder nadelförmigen Krystallen häufig eingewachsen. — Was die in gen Gegenden ziemlich häufigen Staurolithe und Chiastolithe betrifft, scheinen solche öfter im metamorphischen als im primitiven Glimmerschiefer zukommen. Der Andalusit findet sich gewöhnlich in Nestern und andern cretionen von Quarz, aber auch unmittelbar eingewachsen im Schiefer selbst, dem Gipfel des Cadeen so wie am Douce-Mountain in Irland ist nach Weaver Fitton der Glimmerschiefer dermaassen erfüllt mit Andalusitkrystallen, dass di Mineral fast einen wesentlichen Bestandtheil des Gesteines bildet. Hier un kommen Schichten vor, welche mehr oder weniger reichlich mit Graphit prägnirt sind, was zuweilen so weit gehen kann, dass das Gestein als ein G

..rber Graphitglimmerschiefer erscheint; (Elterlein und Schwarzenberg in Sachsen, Grossklenau und Höfen bei Tirschenreuth, wo nach Hugo Müller der Glimmer-..hiefer in vollkommenen Graphitschiefer übergeht, Gistainthal in den Pyrenäen, wo nach Charpentier ein nur aus Glimmer und Graphit bestehendes Gestein an-..eht). Endlich sind noch Flussspath (bei Meffersdorf in Schlesien), Rauten-spath (bei Herold in Sachsen) und Kalkspath als zuweilen vorkommende acces-sorische Bestandtheile zu nennen.

Dass der Quarz sehr häufig in Knoten, Nestern, Trümern oder linsenför-..en Lagen, bisweilen auch in runden, abgeplatteten oder langgezogenen, ..ss- bis kopfgrossen Ellipsoiden auftritt, und dass die schiefrige Structur des ..steines um manche dieser Quarzausscheidungen oft ausserordentlich gewun-..., gestaucht und verworren erscheint, diess wurde bereits in der Petro-..phie bemerkt.

Wir gedenken hier nochmals dieser Erscheinung, um auf die merkwürdige An-..ht aufmerksam zu machen, welche Fournet und Virlet über die Ausbildung der-..lben aufgestellt haben. Fournet war nämlich der Meinung, diese Quarzlinsen des ..mmerschiefers seien in der Weise entstanden, dass das bereits gebildete Gestein ..itwärts stark zusammengestaucht, und dadurch stellenweise aufgeblättert, zer-..llen und aufgeklafft wurde, worauf dann der Quarz in die so gebildeten Räume ..h plutonische Kräfte injicirt worden sei: (*Simplification de l'étude d'une cer-.. classe de filons, Lyon* 1845, auch Uebers. dieser Schrift von Müller, S. 7 und ..). Virlet freute sich, dass ein so einsichtsvoller Beobachter diese schon früher ..l. *de la soc. géol. 2. série, I,* 1844, *p.* 824) von ihm selbst aufgestellte Ansicht ..tätigt, indem er eine solche Injection von allen im Gneisse, Glimmerschiefer .. Thonschiefer vorkommenden Quarzlinsen behauptet habe*). Delanoue aber ..rte sich mit Recht gegen diese Hypothese, weil ja nichts natürlicher sei, als .. im Glimmerschiefer, der doch wesentlich aus Quarz und Glimmer bestehe, .. Quarz da, wo er vorwalte, sich in kleineren oder grösseren accessorischen ..andmassen concentrirt habe. Diess war auch schon die Ansicht von Saussüre *dans les Alpes* §. 1825) in Betreff der runden Quarzlinsen, obgleich er wohl ..n irrte, dass er solche ganz allgemein als einzelne Quarz-Individuen ..n gestörter Bildung betrachtete, was nur in seltenen Fällen richtig sein dürfte, ..gleichen einer von Hausmann aus der Gegend von Onshytta in Schweden er-..hnt wird, wo der Glimmerschiefer kleine langgezogene Quarzellipsoide ent-.. welche an beiden Enden eine unvollkommene sechsseitige Zuspitzung zeigen; ..se durch Scandinavien, V, 337). — Uebrigens kommen auch im Glimmer-..efer zuweilen kleine Nester von Feldspath, Hornblende, Steinmark u. a. Mine-..n vor.

In Betreff der Structur oder Textur des Glimmerschiefers ist besonders .. zuweilen ausgebildete parallele Streifung oder Fältelung hervorzuhe-.. welche sich da, wo sie vorkommt, auf allen Spaltungsflächen des Ge-.. mit grosser Beständigkeit wiederholt, und als eine mit der linearen

---

* Man vergleiche *Bull. de la soc. géol. I, p.* 833, wo es heisst, die Glimmerschiefer un-..t Etienne seien *injectés de toutes manières par du quartz blanc grenu, principalement ..ns des feuillets*, und, mit besonderer Berücksichtigung der Nordseite des Berges .. *Là, nouveau Briarée plutonique, il l'enlace de ses mille bras en donnant lieu aux con-..ments le plus bizarres.*

Parallelstructur oder Streckung des Gneisses und anderer Gesteine verwandte Erscheinung zu erkennen giebt.

Sie wurde schon von Heim am Glimmerschiefer von Ruhla im Thüringer Walde erwähnt, ist übrigens gar nicht selten zu beobachten, und z. B. von Beudant als eine *structure fibreuse* an Ungarischen, von Hitchcock als *a fibrous appearance* an Nordamerikanischen Varietäten beschrieben worden.

Eine transversale Schieferung scheint am Glimmerschiefer gar nicht, oder doch nur als eine ganz locale Erscheinung, als eine seltene Ausnahme von der Regel vorzukommen; wäre sie irgendwo auf ähnliche Weise in solcher Regelmässigkeit und Ausdehnung beobachtet worden, wie sie sich z. B. am Grauwackenschiefer und Uebergangsthonschiefer vorfindet, so würde diess gewiss als eine sehr auffallende Erscheinung bemerkt worden sein.

Macculloch vermuthet zwar, dass die Schieferung bisweilen unabhängig von der Schichtung sein möge, gedenkt aber keiner Beobachtung, durch welche diese Vermuthung unterstützt würde; (*System of Geol. II*, 161). Hitchcock dagegen hebt es ausdrücklich hervor, dass ihm in den verschiedenen Glimmerschieferzügen von Massachusetts niemals ein Beispiel von transversaler Schieferung vorgekommen sei; (*Rep. on the Geol. of Mass.* 337).

Der Glimmerschiefer ist stets mit einer ausgezeichneten Schichtung versehen. Die Schichten haben eine verschiedene Mächtigkeit, sind bald ebenflächig ausgedehnt, bald wellenförmig, sattelförmig oder muldenförmig gebogen, bisweilen zickzackförmig gefaltet, oder auch so ganz ausserordentlich gewunden, wie es nur an wenigen anderen Gesteinen vorkommt. Diese fast in allen Glimmerschiefer-Regionen vorkommende Erscheinung beweist, dass sich das Gestein vor seiner gänzlichen Verfestung in einem plastischen und flexibeln Zustande befunden haben, und stellenweise sehr gewaltsamen inneren Bewegungen unterworfen gewesen sein muss.

Macculloch bemerkt, dass es nicht sowohl eine allgemeine, das ganze Schichtensystem erfassende Kraft, als vielmehr der Angriff vieler partieller und von einander unabhängiger Kräfte gewesen sein möge, durch welchen diese, nothwendig mit einer Ausstreckung verbundenen Windungen verursacht worden sind. Wir lassen diese Ansicht auf sich beruhen, stimmen aber mit ihm darin vollkommen überein, dass das Gestein noch einen gewissen Grad von Zähflüssigkeit (*tenacious fluidity*) besessen haben muss, als jene Kräfte in Wirksamkeit waren.

Wenn der Glimmerschiefer ebenflächig geschichtet ist, liefert er oft sehr schöne Steinplatten; die sehr feinen quarzreichen Varietäten werden bisweilen zu Wetzsteinen, und die granatreichen Varietäten in manchen Gegenden zu Mühlsteinen benutzt, wozu sie freilich nur in Ermangelung eines besseren Materials geeignet sind.

Es wurde bereits oben S. 75 erwähnt, dass manche Geologen das wirkliche Vorhandensein einer Schichtung am Gneisse, Glimmerschiefer und an anderen kryptogenen Gesteinen gänzlich in Abrede stellen. Für die Gesteine des St. Gothardt ist diese Ansicht schon früher von Pini, Besson und Storr geltend gemacht worden; allein Saussüre erklärte sie mit Recht für eine durchaus falsche Ansicht, welche nur aus einer mikrologischen Auffassung der in der Gebirgswelt vorliegenden Erscheinungen hervorgegangen sei. *Ce n'est pas avec des microscopes, qu'il faut observer les montagnes*; (*Voy. dans les Alpes*, §. 1882).

Was die petrographischen Uebergänge des Glimmerschiefers betrifft, so sind besonders diejenigen in Thonschiefer und Gneiss als die beiden wichtigeren zu erwähnen, weil sie die drei Hauptglieder der primitiven Formation in einen so stetigen Zusammenhang bringen, dass man auf die Vorstellung eines grossartigen, allmälig unter etwas veränderten Umständen wirksam gewesenen Bildungsprocesses geführt wird, durch welchen diese Gesteinsreihe zum Dasein gelangte. — Ein anderer im Gebiete des Glimmerschiefers sehr häufig vorkommender Uebergang ist der in Quarzit, welcher sich ganz einfach aus einem Zurücktreten des Glimmers erklärt. Dagegen werden die gleichfalls vorkommenden Uebergänge in Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendschiefer, Schörlschiefer und Eisenglimmerschiefer durch das Eintreten und allmälige Ueberhandnehmen von Chlorit, Talk, Hornblende, Schörl oder Eisenglimmer, bei gleichzeitigem Zurücktreten des Glimmers, die Uebergänge in Kalkglimmerschiefer aber durch das Eintreten von Kalkspath und das Zurücktreten des Quarzes bewirkt. Alle diese Uebergänge können sich theils im Streichen der Schichten, theils in einer darauf rechtwinkeligen Richtung ausbilden.

Der Uebergang in Gneiss ist nicht selten als das Resultat der metamorphischen Einwirkung angränzender Granitmassen zu betrachten; so z. B. sehr ausgezeichnet in der Gegend von Schwarzenberg in Sachsen, wo man an vielen Puncten, besonders aber am Wege von Antonshütte nach Erlhammer, diesen Uebergang Schritt vor Schritt verfolgen kann. Der Glimmerschiefer geht anfangs in fein- und breitflasrigen Gneiss über; dieser wird nach und nach durch Aufnahme von einzelnen Feldspathlinsen grobflaserig; die Feldspathlinsen verdicken sich allmälig zu haselnuss- bis wallnussgrossen Knoten, sie werden zugleich immer zahlreicher, und so entsteht der sog. Augengneiss, wie er kurz oberhalb Erlhammer in Felsen aufragt. Allein seine Structur erinnert immer noch an die des vorherigen Glimmerschiefers; immer ist er noch flach- und breitwellenförmig geschichtet, immer noch reich an Lagen und Nestern von Quarz; (Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft II, S. 194). Auch die Uebergänge in Schörlschiefer scheinen wesentlich an die Nachbarschaft granitischer Ablagerungen gebunden zu sein.

Einer Zersetzung und Verwitterung ist der Glimmerschiefer im Allgemeinen weniger unterworfen als der Gneiss, und die laminosen quarzreichen Varietäten sind fast unzerstörbar, weshalb solche auch öfters in schroffen Felsenkämmen über die sanfteren Bergformen der übrigen Varietäten heraufragen, obgleich die in ihnen vorkommenden Granaten nicht selten zerstört sind und nur ihre hohlen Räume zurückgelassen haben. Wenn aber auch der Glimmerschiefer überhaupt der chemischen Zersetzung ausserordentlich widersteht, so ist er dagegen in seinen weicheren Varietäten der mechanischen Zerstörung um so mehr unterworfen.

Daher ist es auch erklärlich, warum in den sedimentären Formationen zwar ausserordentlich viele eingeschwemmte Glimmerschuppen, aber verhältnissmässig nur wenige Geschiebe und Gerölle von weicheren Varietäten des Glimmerschiefers angetroffen werden, indem solche einen weiteren Transport nicht zu ertragen vermögen, sondern dabei gänzlich zerstückelt und zerrieben werden.

Der Glimmerschiefer ist meist sehr reich an untergeordneten Lagern,

besonders von Quarzit, Hornblendschiefer, Strahlstein, Eklogit, Gneiss, Kalkstein, Dolomit, Granat, und von mancherlei Erzen. Von den wichtigeren dieser Einlagerungen wird in einem der folgenden Paragraphen die Rede sein.

Keine Gebirgsart, sagt Leopold v. Buch vom Glimmerschiefer Schlesiens, enthält eine so grosse, unzählbare Menge fremdartiger Lager, als dieser Schiefer; keine in Schlesien die Menge von Erzen und die Manchfaltigkeit verschiedener Mineralien, welche in dieser Gebirgsart alle Arten von Lagerstätten ausfüllen. In den meisten Gegenden geht man kaum eine halbe Stunde weit, ohne ein neues Kalklager zu treffen, und an vielen Orten sind sie so gehäuft, dass man an manchen Bergen unschlüssig wird, ob der Glimmerschiefer oder der Kalkstein das vorwaltende Gestein ist. Geognost. Beobb. auf Reisen durch Deutschl. u. Ital. I, S. 43. Diese Bemerkung lässt sich auch auf viele andere Glimmerschiefer-Regionen anwenden.

Die Bergformen des Glimmerschiefers sind auf den Höhen gewöhnlich ziemlich sanft undulirt, in den Thälern dagegen zuweilen sehr schroff und prallig. Nur die quarzreichen laminosen Varietäten (I, 537) ragen, zumal bei steiler Schichtenstellung, auch auf den Höhen in scharfen zackigen Felskuppen, in langgestreckten Graten und Kämmen empor, während sie in den Thälern enge Schlünde und Thalkehlen, oder coulissenartig vorspringende Felsen und Sporne bilden.

Die Felsen des Adlersteines, des langen Steines und Lampersberges im Lengefelder Walde unweit Marienberg, der Gipfel des Schatzensteines bei Elterlein, die Klippen bei Crottendorf und so viele andere Puncte des Erzgebirgischen Glimmerschieferterrains liefern Beispiele für diese Physiognomie der Felsbildung des Glimmerschiefers, welche auch ausserdem in den meisten Territorien dieses Gesteins angetroffen wird, wie z. B. nach Reuss im Ossergebirge, einem Theile des Böhmerwaldes im Prachiner Kreise.

Der Glimmerschiefer ist ein sehr wichtiges Glied der Urschieferformation und in manchen Gegenden ausserordentlich verbreitet. Im Erzgebirge ist es, welcher zunächst alle grösseren Ablagerungen von feldspathigen Gesteinen, von Granit und Gneiss umgiebt, während er seinerseits von Thonschiefer bedeckt wird, in den er nach oben ganz allmälig übergeht. Im Riesengebirge und in den Sudeten spielt er eine sehr wichtige Rolle, und in den Salzburger, Tyroler und Schweizer Alpen ist er auf grosse Strecken verbreitet. In Norwegen bildet er, mit Ausnahme der Lofoden und der äussersten Westküste, den ganzen Landstrich von 67 bis 70° Breite, in Schottland den grössten Theil des, nördlich einer, von Stonehaven nach der Insel Arran gezogenen Linie liegenden Landes. Die Sierra Nevada in Spanien ist fast nur ein Glimmerschiefergebirge, und der südliche Theil des Urals, so wie der Taganai besteht grösstentheils aus Glimmerschiefer. Eben so ist er in Nord- und Südamerika und in vielen anderen Ländern als eines der wichtigsten Gesteine der Urschieferformation erkannt worden.

§. 283. *Thonschiefer.*

Der Thonschiefer, dieses zweite Hauptgestein der Urschieferformation

geht in vielen Fällen so ganz allmälig aus dem Glimmerschiefer hervor, dass man ihn nur als eine kryptokrystallinische Ausbildungsform gewisser Varietäten dieses letzteren Gesteines betrachten möchte*). Auf der anderen Seite verlaufen aber die krystallinischen Thonschiefer in andere Schiefer, welche dermaassen an feine klastische, oder auch an limmatische (I, 653) Sedimente erinnern, dass man sich kaum weigern kann, vielen Thonschiefern schon eine sedimentäre Entstehungsweise in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes zuzugestehen, während andere als kryptogene, d. h. als solche Gesteine zu betrachten sind, deren Bildung unter ähnlichen Umständen und durch ähnliche Ursachen erfolgt sein mag, wie jene noch unerklärte Bildung der Glimmerschiefer und Gneisse. Die krystallinischen Thonschiefer scheinen jedoch nicht sowohl von gewöhnlichem Kaliglimmer oder Magnesiaglimmer, als vielmehr von denjenigen glimmerähnlichen Mineralien gebildet zu werden, welche unter den Namen Damourit, Paragonit und Sericit aufgeführt worden sind. Auch der Pyrophyllit dürfte bisweilen einen Bestandtheil der Thonschiefer bilden.

Ueber das Wesen des Thonschiefers, über seinen zwitterhaften Charakter, über sein Schwanken zwischen krystallinischem und pelitischem Habitus verweisen wir auf die im ersten Bande S. 539 ff. gegebenen Andeutungen.

Grünlichgraue und blaulichgraue Farben sind bei weitem die herrschenden; das Grünlichgrau verläuft sich häufig in berggrün, das Blaugrau in schwärzlichblau und blaulichschwarz; röthlichgraue, violettgraue und rothe Schiefer sind nicht selten; wie denn auch andere Farben keineswegs ausgeschlossen sind, und bisweilen bunt gestreifte, gefleckte und gefleckte Varietäten vorkommen. In machen Gegenden (wie z. B. in Schlesien, in den Alpen und auf Dovrefjeld) sind grüne Schiefer sehr verbreitet, welche meist wahrscheinlich durch Chlorit und ähnliche Mineralien, vielleicht auch durch Hornblende gefärbt sein mögen.

Sauvage analysirte grüne Schiefer aus dem östlichen Sibirien, und fand sie aus ... p. C. Chlorit, 30 p. C. Feldspath (Orthoklas und Albit), 30 p. C. Quarz und ... p. C. eines Thonerdesilicates zusammengesetzt; andere Varietäten von daher bestanden zu $^1/_3$ bis $^2/_3$ ihrer Masse aus Feldspath. Man sieht, wie viel hier noch zu thun ist.

Indem wir, zur Vermeidung von Wiederholungen, wegen der übrigen geographischen Verhältnisse des Thonschiefers auf die im ersten Bande 539 ff. gegebenen Darstellungen verweisen, bemerken wir noch in Betreff der accessorischen Bestandtheile, dass der im Glimmerschiefer so häufige Granat im Thonschiefer nur sehr selten vorkommt (z. B. bei Brixen in Tyrol, bei Hyères in der Provence), dass eben so der Schörl zu den seltenen Erscheinungen gehört (zwischen Turnau und Bidschow in Böhmen), dass

* Wie diess Charpentier ausdrückt, indem er sagt: *le schiste argileux me parait être au ... micacé, ce que le calcaire compacte est au calcaire grénu. Essai sur la const. geogn. des ... p. 188.*

dagegen, ausser den bereits erwähnten ganz kleinen Feldspathkörnern und Hornblendnadeln, auch Magneteisenerz in manchen Thonschiefern fein eingesprengt ist; wie z. B. nach Cauchy in den Ardennen bei Rimogne, Monthermé u. a. O., überhaupt in einer Zone von 5 bis 6 Meilen Länge, weshalb diese Schiefer von Dumont als *schistes aimantifères* aufgeführt werden. Auch erwähnt Dumont aus demselben Gebirge Schiefer mit rothen, manganhaltigen Körnern. Einiger Thonschiefer ist goldhaltig, wie z. B. nach Hoffmann der Schiefer zwischen den beiden Tungusken in Sibirien, und nach v. Eschwege der mürbe rothbraune Thonschiefer, welcher in dem Schiefergebirge Brasiliens eine so wichtige Rolle spielt, und als eine der vorzüglichsten Lagerstätten des Goldes betrachtet wird*). Auch Graphit ist manchen Thonschiefern mehr oder weniger reichlich beigemengt, so dass sie endlich in förmliche Graphitschiefer von z. Th. bauwürdiger Beschaffenheit übergehen; (Kaisersberg, Mautern, Leoben und Bruck in Steiermark, nach v. Morlot).

Dass die chiastolithführenden Thonschiefer, von welchen sehr ausgezeichnete Varietäten mit fast fingerdicken Krystallen in der Bretagne, in den Pyrenäen, in Galicien und in Massachusetts vorkommen, während andere Varietäten aus vielen Gegenden bekannt sind; dass eben so die Fleckschiefer und Knotenschiefer als metamorphische Thonschiefer zu betrachten sind, diess ist bereits (I, 543) bemerkt worden. Wir erwähnen sie hier, um daran zu erinnern, dass auch ganz entschieden sedimentäre, ja dass sogar fossilhaltige Tonschiefer dieser Umwandlung unterworfen gewesen, und zu Chiastolithschiefern umgebildet worden sind; (I, 755). Dasselbe würde von den ottrelitführenden Schiefern bei Stavelot gelten, in welchen nach Denis Trilobiten vorkommen sollen. Die Ursache dieser Umbildung ist gewöhnlich in der Einwirkung grösserer Granitmassen zu suchen, in deren unmittelbarer Umgebung diese Schiefer vorzukommen pflegen, und es oft mit der grössten Evidenz beobachten lassen, wie die, in grösserer Entfernung unveränderten Schichten allmälig immer mehr die Charakter einer solchen metamorphischen Varietät entwickeln, je näher sie an die Granitgränze heransetzen. Doch darf man nicht vergessen, dass sich die Spuren dieser metamorphischen Einwirkung nur selten weiter, als bis auf ¼ Meile Entfernung zu erkennen geben, dass sie zuweilen nur einige hundert Fuss weit reichen, und dass in manchen Fällen gar keine bemerkbare Veränderung Statt gefunden hat.

Die Knoten und Nester, die Trümer, Adern und Lagen von krystallinischem Quarze, welche wir im Glimmerschiefer kennen gelernt haben, bilden im Thonschiefer gleichfalls eine ganz gewöhnliche Erscheinung, und haben auch oft in ihm dieselben Biegungen und Windungen, Stauchungen und Knickungen der Parallelstructur veranlasst. Sie treten stellenweise so häufig auf, dass sie einen bedeutenden Antheil an der Zusammensetzung des Gestei[ns]

---

*) Hoffmann in Ermans Archiv III, 359, und v. Eschwege in Beiträgen zur Gebirgskunde Brasiliens, 146 f., so wie im Pluto Brasiliensis 216 f. Indessen dürfte die wirklich thonschieferartige Natur dieses Gesteins noch etwas zweifelhaft sein, da v. Eschwege ausdrücklich sagt, dass es nur selten deutlich geschichtet ist, durch Aufnahme von Hornblende und Feldspath in Grünstein übergeht, und stellenweise Knauer, ja bis [illegible] grosse Nieren eines sehr festen Grünsteins umschliesst. Sollte es nicht eine tuffartige Bildung sein?

nehmen, und erreichen mitunter so ansehnliche Dimensionen, dass sie fast als kleine Stücke und Gänge erscheinen.

Ihre Ausbildung kann wohl erst nach der beginnenden Verfestung des Gesteins Statt gefunden haben, obwohl dasselbe noch hinreichend nachgiebig gewesen sein muss, um jene Windungen seiner Parallelstructur ertragen zu können, bei deren Anblick man unwillkürlich auf die Vermuthung gedrängt wird, dass die Krystallisation des Quarzes mit einer gewaltsamen Pressung gegen seine unmittelbare Umgebung verbunden gewesen sein mag. Auch sind bisweilen in diesen aus Quarz bestehenden accessorischen Bestandmassen andere Mineralien zur Ausbildung gelangt.

Die Textur des Thonschiefers ist immer schiefrig, von verschiedenen Graden der Vollkommenheit, doch so, dass stets eine mehr oder weniger deutliche Spaltbarkeit vorhanden ist. Die Spaltungsflächen sind bald ganz glatt und eben, bald zeigen sie eine feine parallele Fältelung oder Streifung, welche sich mit grosser Regelmässigkeit auf allen Spaltungsflächen wiederholt, und zuweilen so fein ausgebildet ist, dass man sie erst unter der Loupe recht deutlich erkennt.

Diese Streifen pflegen gewöhnlich in einem und demselben Steinbruche, ja oft in einer und derselben Gegend genau dieselbe Richtung innezuhalten; bisweilen ändert sich jedoch die Richtung von einer Spaltungsfläche zur anderen; selten durchkreuzen sich zwei Streifensysteme. Wie häufig übrigens diese Structur vorkommt, so ist sie doch keinesweges durchgreifend ausgebildet, daher sie in grossen Districten gänzlich vermisst wird, während sie in anderen Districten fast in jedem Stücke wahrzunehmen ist. Auch wechseln zuweilen gestreifte und ungestreifte Schichten mit einander ab. Die sehr stark gestreiften Schiefer erhalten dadurch eine fasrige, fast asbestartige Structur, und liefern scheitförmige oder stängliche Bruchstücke; auch zeigen sie oft eine zweite Spaltungsrichtung, deren Ebene der Streifung parallel ist.

Ausser dieser feinen und gewöhnlich sehr gleichmässigen Streifung finden sich auch noch bisweilen gröbere und ungleichmässige, aber in der Regel gleichfalls parallele Streifungen und Furchungen der Spaltungs- und Schichtungsflächen, welche nicht selten an die Wellenfurchen (I, 467) der sedimentären Gesteine erinnern.

Die in den Schiefern der Uebergangsformation so häufig vorkommende transversale Schieferung findet sich zwar hier und da auch in den Schiefern der Urschieferformation, sie giebt sich aber als eine weit seltenere Erscheinung zu erkennen, so dass man grosse Thonschieferdistricte durchwandern kann, ohne eine Spur derselben zu entdecken.

Sie soll z. B. in den alten Schiefern der Ardennen nach Hennezel und Sauvage nicht häufig vorkommen; in den Thonschieferdistricten des Erzgebirges und Norwegens gehört sie zu den Seltenheiten*), und in den Schiefern von Massachusetts wird sie durchaus vermisst; *excepting in the argillaceous slate, connected with the*

---

*) Ein ausgezeichnetes Beispiel findet sich in einem Steinbruche bei Marbach unweit ..n, wo mitten zwischen denen, 50° nach N. einfallenden und ganz normal geschieferten Schichten zwei, ungefähr 3 Fuss mächtige Schichten eingeschaltet sind, in deren einer die Schieferung fast vertical steht, während sie in der anderen nur etwas 20° nach N. ..

greywacke, sagt Hitchcock, *I have not been able to find in this rock planes of stratification, running in a different direction from the laminae*; (*Rep. on the Geol. of Mass.* 289).

Dagegen findet sich in manchen dickschiefrigen, sehr krystallinisch aussehenden Thonschiefern die merkwürdige Erscheinung, dass sie mit einer, die Parallelstructur und Schichtung fast rechtwinkelig durchsetzenden Farbenstreifung versehen sind, welche meist in sehr feinem Maassstabe ausgebildet ist, und wohl nicht mit jener, in breiten Zonen vorkommenden Farbenstreifung verwechselt werden darf, wie solche in den transversal geschieferten Gesteinen durch den Wechsel wirklicher, verschieden gefärbter Lagen und Schichten bedingt wird.

Die Schichtung des primitiven Thonschiefers ist theils sehr ebenflächig, wie in den Dachschiefern, theils wellenförmig oder unregelmässig gebogen; ja, bisweilen sind die Windungen der Schichten eben so verworren, wie sie am Glimmerschiefer vorkommen.

Solche höchst auffallende und wahrhaft unbeschreibliche Windungen der Thonschieferschichten finden sich z. B. an den Felsen des Muldenufers bei Oberhasslau, zwischen Zwickau und Schneeberg, und überhaupt an vielen Puncten des Erzgebirgischen Thonschiefergebietes, wie sie sich denn auch in den Schiefergebirgen anderer Länder wiederholen.

Dass die Köpfe oder die oberen Enden der steilen Thonschieferschichten nicht selten auf ziemlich bedeutende Tiefe umgestaucht und dadurch zu einem ganz entgegengesetzten Fallen gelangt sind, diess wurde, als eine bei allen schiefrigen und dünnschichtigen Gesteinen vorkommende Erscheinung, bereits früher (I, 882) erwähnt. Man hat diese Erscheinung, welche sich besonders auf stark geneigtem Terrain findet, wo die Schichtenköpfe zu Tage austreten, und abwärts, in der Richtung des Terrainabfalls umgestülpt sind, sorgfältig zu berücksichtigen, um nicht über die wahre Lage der Schichten getäuscht zu werden. Auch an denen die Schichten durchsetzenden Klüften sind die Schieferlamellen bisweilen umgestaucht, ja, es kommt mitunter vor, dass in schmalen, zwischen zwei dergleichen parallelen Klüften enthaltenen Schieferstreifen die Schieferung durchgängig aus ihrer wahren Lage gerückt ist, und daher zweimal hinter einander geknickt erscheint.

Uebergänge zeigt der krystallinische Thonschiefer besonders häufig in Glimmerschiefer, dann in Chloritschiefer und Quarzitschiefer, auch wohl in Hornblendschiefer und Grünsteinschiefer. Sehr verbreitet sind in manchen Gegenden Mittelgesteine zwischen Glimmerschiefer und Thonschiefer, welche sich als Thonglimmerschiefer oder als Glimmerthonschiefer bezeichnen lassen, je nachdem sie mehr dem Glimmerschiefer oder dem Thonschiefer genähert sind. Die mehr pelitischen Thonschiefer gehen bisweilen in Alaunschiefer, Kieselschiefer und Grauwackenschiefer über. — Die Uebergänge in Gneiss oder gneissähnliche Gesteine, Cornubianit und dergleichen, sind eben so zu beurtheilen, wie jene in die Chiastolithschiefer und Fleckschiefer; sie finden sich in der Regel nur an der Gränze grösserer Ablagerungen von Granit oder Syenit, und gelten als Producte der metamorphosirenden Einwirkungen dieser Gesteine.

So wird der Thonschiefer an der Gränze des Granites im Müglitzthale stellenweise gneissartig; der Schiefer in der Umgebung der Kirchberger und Lauterbacher Granitpartieen aber zeigt alle mögliche Uebergänge durch Fleckschiefer bis in Cornubianit, während längs der Syenitgranit-Gränze von Leuben bis Lockwitz häufiger Uebergänge durch Knotenschiefer in glimmerschieferähnliche und gneissähnliche Gesteine angetroffen werden.

Der Thonschiefer ist der Zersetzung mehr oder weniger unterworfen, nachdem er ärmer oder reicher an Kieselerde ist; sehr kieselreiche Varietäten sind fast eben so unzerstörbar, wie der Kieselschiefer selbst; die weichen Varietäten unterliegen früher oder später der Zerstörung, sie blättern sich [illegible] zerfallen in kleine scheibenförmige und stänglige Stücke, welche sich all-[illegible] noch weiter zersetzen. Feuchtigkeit und Frost sind besonders wirksam [illegible] dieser Zerstörung, welche noch ausserdem in den eisenkieshaltigen Varie-[illegible]n durch die Zersetzung des Kieses unterstützt wird. Die schwarzen, dun-[illegible]grauen und dunkelblauen Schiefer bleichen sich allmälig an der Luft.

Auch der Thonschiefer ist reich an untergeordneten Lagern, als deren [illegible]chtigste Quarzit und Quarzschiefer, Kalkstein, Glimmerschiefer, Gneiss, [illegible]nstein und Grünsteinschiefer, so wie verschiedene Erzlager zu nennen sind.

Die Bergformen des Thonschiefers sind auf den Höhen mehr sanft, als [illegible]roff; man sieht dort allmälig ansteigende, abgerundete und gewölbte Kup-[illegible]. Ganz anders erscheinen die in den tieferen Thälern hervortretenden For-[illegible]n: da findet man zuweilen die schroffsten und verwegensten Felswände, [illegible] senkrecht und überhängend, vielfältig zersplittert und in scharfe Kämme [illegible] Grate ausgezackt. Wie die tiefen Thäler, so verhalten sich auch die stei-[illegible] Meeresküsten, an denen der Thonschiefer gleichfalls in sehr schroffen For-[illegible] ausgebildet sein kann.

Der alte Thonschiefer ist in manchen Ländern sehr verbreitet. Er bildet [illegible]rzgebirge, im Frankenwalde und in Schlesien recht ansehnliche Districte; [illegible] Taunus *) und der Hunsrück, die Ardennen und die Cevennen bestehen [illegible] nur aus ihm; im mittleren Norwegen ist er auf Filefjeld und Dovrefjeld [illegible]rordentlich verbreitet; in Schottland und Irland, in Ungarn und Spanien [illegible] in den Alpen sind bedeutende Thonschieferterrains bekannt. Das, nörd-[illegible] dem Kaukasus vorliegende Andesgebirge, ein grosser Theil von Dagestan, [illegible] Altai und die Insel Nova-Semlja bestehen grossentheils aus Thonschiefer; [illegible] so ist er auch in anderen Erdtheilen vielfach nachgewiesen worden.

§. 284. *Chloritschiefer und Talkschiefer als selbständige Bildungen.*

Beide Gesteine kommen zwar gewöhnlich nur untergeordnet, in der Form

* Die Beobachtung, dass der Sericitschiefer des Taunus über dem dortigen Ortho-[illegible]schiefer und Stringocephalenkalke liegt, bedarf wohl noch einer weiteren Bestäti-[illegible] Sollte diese Lagerung wirklich allgemein Statt finden, und nicht durch Ueber-[illegible]ungen oder andere Dislocationen zu erklären sein, so würden die Taunusschiefer [illegible] der Classe der primitiven Schiefer in die der neueren krystallinischen Schiefer zu ver-[illegible] sein.

von Schichten oder Lagern, im Gebiete der primitiven Formation vor; doch gewinnen sie in einigen Gegenden eine solche Entwickelung, dass sie als mächtige und weit fortsetzende Glieder, ja sogar als selbständige Ausbildungsformen der Urschieferformation erscheinen.

So findet sich in den Alpen Salzburgs und Oberkärnthens der Chloritschiefer in solcher Verbreitung und Mächtigkeit, dass er mit seinen untergeordneten Bildungen eine selbständige Etage, ein besonderes Formationsglied der dasigen, ausserdem aus Glimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer bestehenden Urschieferformation ausmacht. Diese Etage tritt besonders in den Umgebungen des Grossglockner auf, dessen 12158 P. F. hoher Gipfel nach den Beobachtungen von v. Rosthorn und Schlagintweit wesentlich von Chloritschiefer gebildet wird*).

Wir entlehnen aus der trefflichen Schilderung, welche Credner von diesen Gegenden der Centralalpen (im Neuen Jahrbuche für Mineralogie 1850, S. 513 ff. mitgetheilt hat, die nachstehenden Bemerkungen. Ein umgekehrt fächerförmiges sehr mächtiges, ostwestlich streichendes Schichtensystem von Gneissgranit bild die Axe des dortigen Alpenstockes. Auf der Nord- wie auf der Südseite desselbe tritt die Urschieferformation auf, in deren Zusammensetzung sich beiderseits dr grosse Hauptglieder unterscheiden lassen. Das tiefste Glied besteht wesentlich au Glimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer; eben so auch das dritte oder oberst Glied. Zwischen beiden tritt als zweites oder mittleres Glied ein, vorherrschen aus krystallinischen grünen Schiefern bestehendes Schichtensystem auf, dess Gesteine sich bald dem Chloritschiefer, bald dem Talkschiefer nähern. Wo d Talkschiefer vorwaltet, da finden sich Lagerstöcke von Serpentin und Gabbro ein wo der Chloritschiefer in grösserer Entwickelung auftritt, da scheint für ihn d Vorkommen von Albit, in der Varietät Periklin, bezeichnend zu sein, so dass e albithaltiger Chloritschiefer zum Vorschein kommt**). Eben so bezeichnend ist f diese Gesteine das öftere Vorkommen von Pistazit, welcher nicht selten mit de Schiefer so reichlich und so innig verbunden ist, dass dadurch ein Pistazitschief entsteht. Endlich ist diese Etage der grünen Schiefer auch noch durch das Vo kommen von Titanit, Talkspath, Rhätizit, Magneteisenerz und Titaneisenerz i teressant. — Die Gebrüder Schlagintweit bemerken noch, dass der, stets mit e was Quarz und Talk gemengte Chloritschiefer nicht selten, wie z. B. am Gipfel d Grossglockner, auch Kalkspath enthalte, und in der Umgegend dieses Berges au ser zwei grösseren auch viele kleinere Einlagerungen im Kalkglimmerschief bilde, von welchem er sich schon in der Ferne durch seine dunkle Farbe unte scheidet.

Eben so findet sich nach Studer der Chloritschiefer in bedeutender Au dehnung am M. Rosa, im südlichen Theile des Oberhalbsteiner Rheinthales Graubündten, bei Chiavenna, und im Malencothale im Veltlin, oft mit Top stein und Serpentinschiefer verbunden; der Talkschiefer aber in den südlich Alpen von Wallis und Tessin, in Toskana, auf Elba und Corsica.

---

*) Diese Angabe v. Rosthorn's, welche derselbe schon im Jahre 1829 in Baumgartn Zeitschrift für Physik und Mathematik veröffentlicht hatte, ist später durch die Gebrü Schlagintweit vollkommen bestätigt worden. Untersuchungen über die physik. Geogr Alpen, 1850, S. 231.

**) Auf diese von Feldspathkörnern erfüllten Chloritschiefer hat schon früher v. Ro horn die Aufmerksamkeit gelenkt.

Auch in Schottland spielt der Chloritschiefer eine nicht unwichtige Rolle, so dass Macculloch sich veranlasst fand, daselbst eine selbständige *Chlorite-Series* oder Chloritschieferbildung anzunehmen, von welcher Necker-de-Saussure glaubt, dass sie die Thonschieferbildung vertrete*).

Macculloch bemerkt, dass der Chloritschiefer, ausser seinen, untergeordnet im Gebiete des Glimmerschiefers auftretenden Schichten, auch nordwärts von der Halbinsel Cantyre einen bedeutenden Landstrich Mittelschottlands in ununterbrochener Ausdehnung erfüllt. Er folgt daselbst über Glimmerschiefer in gleichförmiger Lagerung und bildet ein Schichtensystem von mehr als 4 geogr. (20 Engl.) Meilen Mächtigkeit, dessen Schichten meistentheils vertical stehen, und sich durch die Regelmässigkeit und Ebenheit ihrer Ausdehnung von den regellos gewundenen Schichten des Glimmerschiefers in einer sehr auffallenden Weise unterscheiden. Die Schichten verlaufen schnurgerade, obwohl sie oft nur einige Zoll mächtig sind, und behaupten diese Regelmässigkeit in ihrer ganzen Erstreckung. Indessen kommen nach Necker-de-Saussure hier und da auch ganz merkwürdige Windungen der Schichten vor.

Das vorwaltende Gestein dieses Chloritschieferterrains von Argyllshire ist ein sehr unvollkommen schieferiges Gemeng aus Chlorit und Feldspath, zu welchen sich oft Hornblende oder Strahlstein gesellt, wodurch häufige Uebergänge in Hornblendschiefer vermittelt werden. Gemeiner Chloritschiefer tritt nur sehr untergeordnet auf, eben so auch Glimmerschiefer; dagegen ist Quarzit in verschiedenen Varietäten dasjenige Gestein, welches nächst dem Chloritschiefer und Hornblendschiefer den bedeutendsten Antheil an der Zusammensetzung des ganzen Landstriches hat. Talkschiefer erscheint nur in untergeordneten Schichten, gewöhnlich als ein Begleiter von gemeinem Chloritschiefer oder Serpentin.

Eine ganz ausserordentliche Entwickelung zeigen der Talkschiefer und Chloritschiefer nach G. Rose in dem mittleren Theile des Uralgebirges, von Catharinenburg aus weit hinauf nach Norden, so dass hier, auf der Gränze von Europa und Asia, die ausgedehntesten Ablagerungen dieser beiden Gesteine existiren dürften.

Während im südlichen Ural der Talkschiefer nur untergeordnet im Glimmerschiefer, wie bei Slatoust, oder im Thonschiefer, wie bei Miask, auftritt, so gewinnt derselbe im mittleren Ural eine immer grössere Selbständigkeit; nördlich von Katharinenburg findet er sich schon auf dem Kamme, und von Nischnetagilsk an bildet er diesen fast allein bis in den höchsten Norden. Er ist meist sehr dünnschiefrig, besteht aus grünlichgrauem und gelblichgrauem Talke, wird stellenweise gneissartig durch eingesprengte Feldspathkörner, noch häufiger sehr quarzig, hält selbst untergeordnete Lager von Quarzit, und anderwärts Lager von krystallinischem Kalkstein. Als accessorische Bestandtheile führt er besonders Eisenglanz, Magneteisenerz, Talkspath und Strahlstein. Bei Beresowsk und anderwärts findet sich auch das sehr quarzige, mit Kalktalkspath gemengte, unter dem Namen Listwänit bekannte talkige Gestein (I, 573).

Der Chloritschiefer ist am Ural eben so verbreitet, wie der Talkschiefer; meist erscheint er graulichgrün und schuppigkörnig, bisweilen in Thonschiefer oder Talkschiefer übergehend. Er ist sehr reich an accessorischen Bestandtheilen, namentlich an Magneteisenerz, dessen Krystalle oft in grosser Menge eingesprengt

---

*) Macculloch *Description of the Western islands, II, p.* 288 ff. und *System of Geology, II*, p. 164 ff. Necker-de-Saussure, *Voyage en Ecosse et aux iles Hebrides*, 1821, *III*, p. 315 ff.

sind, an Turmalin, Kalktalkspath, Granat, Strahlstein, Magnesiaglimmer, auch Korund, Eisenkies, Kupferkies, Eisenglanz u. a. mehr. (G. Rose, Reise nach dem Ural, II, S. 535 ff.) G. Bischof ist geneigt, diese Chloritschiefer ebenso wie die Talkschiefer des Ural für Umbildungsproducte des dort so verbreiteten Diorites und Hornblendschiefers zu erklären. Lehrb. der chem. Geol. II, 966 ff.

Auch in Nordamerika gewinnen die Talkschiefer und Chloritschiefer oft eine solche Ausdehnung, dass sie als selbständige Glieder oder Urschieferformation betrachtet werden können; so in Vermont, Massachusetts, Rhode-Island, Maryland, Virginien u. a. Staaten. In manchen der südlichen Staaten gewinnt diese Schieferbildung dadurch ein besonderes Interesse, dass die ih[m] untergeordneten Quarzlager goldhaltig sind.

Nach Hitchcock findet sich in Massachusetts die grösste Ablagerung des Talkschiefers mitten in dem mächtigen Glimmerschieferzuge der Hoosac-Kette, von welcher sie einen der höchsten Theile ausmacht, indem sie eine, weit hinein nach Vermont laufende Zone bildet, welche stellenweise mehre Meilen breit ist. An der Westseite dieser Talkschieferzone zieht sich eine etwas schmälere Zone von Chloritschiefer hin. Die von Macculloch in Schottland gemachte Beobachtung, dass der Chloritschiefer im Allgemeinen durch die grosse Ebenheit und Regelmässigkeit seiner Schichten ausgezeichnet sei, bestätigt sich auch in der Hoosac-Kette; auch bemerkt Hitchcock ausdrücklich, dass die Schieferung des Gesteines durchaus der Schichtung parallel ist*). In Rhode-Island werden die feineren quarzigen Varietäten des Talkschiefers vielorts als Wetzsteine benutzt. Ausserdem umschliesst er bei Plainfeld und Cummington in Massachusetts Lager von rothem Kieselmangan, an sehr vielen Orten aber Lager von Magneteisenerz, so zumal bei Somerset in Vermont und bei Hawley in Massachusetts, wie denn dieses Erz auch dort einen häufigen accessorischen Bestandtheil sowohl des Talkschiefers als des Chloritschiefers bildet. Die meisten Serpentinlager der Hoosac-Kette treten im Gebiete derselben beiden Schiefer auf; dass grösste Serpentinlager in Massachusetts aber, nämlich jenes von Middlefield, welches bis 6 Engl. Meilen lang und 80 bis 100 Ruthen mächtig ist, liegt zwischen Talkschiefer und Hornblendschiefer. — Auch in Canada treten in den Green Mountains talkschieferähnliche Gesteine auf, welche jedoch nach Sterry-Hunt grossentheils nicht aus Talk, sondern aus Pyrophyllit oder auch aus Pholerit bestehen. *Proceed. of the roy soc. vol.* 8, 1857, *p.* 425.

Nach den Beobachtungen von v. Eschwege, Pissis u. A. spielt der Talkschiefer auch in der Urschieferformation Brasiliens eine wichtige Rolle; er ist daselbst mit Thonschiefer und Itakolumit vergesellschaftet, welche beide Gesteine in mächtigen Zonen mit Talkschiefer abwechseln, und in gewissen ihrer Schichten einen grossen Reichthum an Gold verschliessen. Die Talkschiefer Brasiliens sind nach Pissis ganz identisch mit denen der Alpen, bis in das kleinste petrographische Detail, und enthalten bisweilen Hornblende, Granatit und Disthen.

Nach v. Eschwege bildet dieser Talkschiefer auch die eigentliche Lagerstätte der berühmten Brasilianischen Topase. In dem ganzen Striche von Boa-Vista bis C[a]queiro, also auf eine Länge von mehren *legoas* umschliesst der Schiefer Lagen u[nd]

*) *Rep. on the geol. of Mass. p.* 358; in Bezug auf die Schichten sagt er: *the chlorite-s[late] is particularly remarkable in the Hoosac-range for the eveness and beauty of its layers*, d[ie]selbe hebt er p. 354 hervor.

Nester von Quarz und Steinmark, in welchen die Topase mit Bergkrystall, Rutil, Titaneisenerz, Glanzeisenerz und Euklas vorkommen. Alle diese Krystalle sind gewöhnlich von ihrer Basis abgebrochen, und stecken wie eingeknätet in der Masse des Steinmarks; (Beiträge zur Kenntniss Brasiliens, S. 278 ff. und Pluto Brasiliensis, S. 385).

In Afrika giebt es ebenfalls bedeutende Chloritschiefergebiete. So bildet dieser Schiefer nach Russegger das ganze Gebirge von Fasoglo in Sennaar; er steht namentlich am blauen Flusse vielfach an, enthält einzelne höhere Berge von Gneiss, und ist von zahllosen Quarzausscheidungen erfüllt. Eine Tagereise südlich von Fasoglo, im Thale des Adi, setzen in diesem Chloritschiefer sehr mächtige Quarzitlager auf, welche Gold führen, wie denn ein Goldgehalt bei denen im Chloritschiefer und Talkschiefer eingeschlossenen Quarzitlagern besonders häufig vorzukommen pflegt.

§. 285. *Kieselgesteine der Urschieferformation; Quarzit, Itakolumit und Kieselschiefer.*

Von den mancherlei, im Gebiete der Urschieferformation auftretenden untergeordneten Silicatgesteinen sind besonders Quarzit und verwandte Gesteine, Hornblendschiefer, Dioritschiefer und Grünsteine, Chloritschiefer und Talkschiefer, Serpentin und Gneiss zu nennen.

1. Quarzit und Quarzschiefer.

Man kann wohl behaupten, dass die Urschieferformation überhaupt und der Glimmerschiefer insbesondere die eigentliche Heimath der mächtigsten und ausgedehntesten Quarzitbildungen sei, welche zuweilen in solchen Dimensionen auftreten, dass man sie fast eher als ihm coordinirte, denn als subordinirte Gebirgsglieder betrachten möchte. In einigen Gegenden, wo die Thonschiefer zum Theil durch Talkschiefer oder Chloritschiefer vertreten werden, spielt auch der Itakolumit eine wichtige Rolle, und in den oberen Etagen des Thonschiefers erscheint bisweilen der Kieselschiefer, obwohl die bedeutendsten Ablagerungen dieses Gesteins erst im Gebiete der Uebergangsformation auftreten.

Die dem Glimmerschiefer untergeordneten Quarzite haben in der Regel einen sehr krystallinischen Habitus, und erscheinen theils als reine, körnige bis dichte, theils als glimmerhaltige Quarzite und als Quarzschiefer, welche letztere sich oft durch allmälige Uebergänge aus dem Glimmerschiefer entwickeln. Alle diese Gesteine sind gewöhnlich weiss oder hellfarbig, bisweilen grau, gelb oder roth, die feinkörnigen oder dichten Varietäten auch wohl mit einer nebeligen, gestreiften oder gebänderten Farbenzeichnung versehen. Manche gelbe und rothe Varietäten erscheinen durch eingesprengte Glimmerschuppen als Avanturin; (z. B. im südlichen Ural und Taganai, nach G. Rose).

Gewisse körnige Quarzite haben ein sandsteinähnliches oder psammitisches Ansehen, andere erhalten sogar durch eingesprengte grössere Quarz-

körner, oder durch förmliche Fragmente und Geschiebe von Quarz einei psephitischen Habitus.

Die glimmerhaltigen Varietäten sind zuweilen mit einer ausgezeichnetei linearen Parallelstructur versehen, welche bei manchen Quarzschiefern als eine sehr feine parallele Streifung ihrer mit Glimmerschüppchen bedeckte Spaltungsflächen erscheint. Einige enthalten langgestreckt-ellipsoidische, spin delförmige oder cylindrische Formen, deren Axen insgesammt parallel liegen deren Masse sich aber gar nicht oder nur wenig von der des übrigen Gestein unterscheidet. Selten kommen poröse Varietäten vor.

Eine mit der psephitischen Ausbildung der Quarzite verwandte Erscheinung i es, dass in der Nachbarschaft mächtiger Quarzitzonen bisweilen auch ander Gesteine der Urschieferformation, z. B. Glimmerschiefer und Chloritschiefer, ein conglomeratähnliche Beschaffenheit annehmen, indem sie, eben so wie d sie begleitenden Quarzite, Geschiebe oder geschiebähnliche Concretionen von ga verschiedener Beschaffenheit umschliessen. Diese Erscheinung findet sich z. nach Leopold v. Buch und Keilhau am Rostenberge auf Dovrefjeld, nach Keilhau und meinen eigenen Beobachtungen in Tellemarken an vielen Puncten, von wo s besonders Keilhau sehr genau beschrieben hat*), nach Macculloch am Berge Sh hallien in Pertshire in Schottland. Es beweist dies wohl, dass bei der Ausbildu solcher Schichten schon gewöhnliche sedimentäre Operationen mit im Sp gewesen sind. Dagegen dürften die ähnlichen Erscheinungen, welche Clanzschwitz unweit Oschatz, in Rhode-Island und Massachusetts vorkomme mehr auf metamorphische Einwirkungen zurückzuführen sein, für welche m freilich auf Dovrefjeld und in Tellemarken vergeblich nach einer Ursache such würde.

Von der linearen Parallelstructur der Quarzite war schon im ersten Ba S. 434 die Rede. Aehnliche mandelförmige oder fast cylindrische Concretion wie sie daselbst am Quarzite von Krummendorf in Schlesien erwähnt wurd kommen nach Macculloch auch an gewissen Schottischen Quarziten vor, fin sich aber nach Keilhau besonders häufig an den talkigen Quarzschiefern Tellem kens, wo der Quarz oft in langgezogenen Mandeln oder in fingerdicken Cylind ausgebildet ist, deren Axen durchgängig dieselbe Richtung behaupten; (Ok Isis, 1824, S. 316 u. 325 und *Gäa Norvegica, I,* 431).

Was die seltenen porösen Varietäten betrifft, so beschreibt Hitchcock Pittsfield in Massachusetts unter dem Namen Buhrstone**) einen dem Pariser M steinquarz ähnlichen, porösen, feinkörnigen Quarzit, dessen langgezogene P alle der Schichtungsfläche parallel liegen, und mit einer gelblichen Substanz üt zogen sind; das Gestein wird als Mühlstein sehr geschätzt, ist aber, wie Hitch ausdrücklich bemerkt, unzweifelhaft eine der primitiven Formation angeh Bildung; (*Rep. on the geol. of Mass. p.* 41.)

Von accessorischen Bestandtheilen ist, ausser dem Glimmer, beson Feldspath zu erwähnen, welcher manchen Quarziten eingesprengt, d aber nicht selten zu Kaolin zersetzt ist; andere bisweilen vorkommende standtheile sind Granat, Cyanit, Turmalin, Hornblende, Ru Magneteisenerz, Eisenkies, Arsenkies, und Gold. Noch ist als

---

*) Okens Isis, 1824, S. 315 ff. und *Gäa Norvegica I,* 420 f.

**) Wohl zu unterscheiden von dem Burrstone der Eocänformation in Carolina, Ge und Alabama.

merkwürdiger Bestandtheil einer mächtigen, im Glimmerschiefer eingelagerten Quarzitzone der Schwefel zu erwähnen, welcher nach v. Humboldt bei Tiasan, zwischen Quito und Cuenca, meist in Nieren von 3 bis 4 Zoll, aber in grosser Menge vorkommt, dass er bergmännisch gewonnen wird.

Keilhau berichtet eine ganz merkwürdige Erscheinung vom Gipfel des Gou-staljeld in Norwegen; derselbe besteht nämlich theils aus reinem, theils aus feld-spathreichem Quarzit; beide Varietäten wechseln jedoch nicht schichtenweise, sondern in Streifen ab, welcher die 20 bis 30° fallenden Schichten in einer, der Vertical-Ebene des Fallens parallelen Richtung durchsetzen; da die letztere Varie-tät der Verwitterung unterliegt, so wird dieser hohe Gipfel von vielen Schrun-den durchfurcht, welche alle dem Laufe der feldspathreichen Zonen folgen. — Im Erzgebirgischen Schieferterrain ziehen sich nach Cotta an der Gränze des Glim-merschiefers und Thonschiefers viele Quarzschieferlager hin, welche bald Granat, bald Magneteisenerz, bald Eisenkies enthalten. Gesteine, welche aus Quarz und mit eingesprengter Hornblende bestehen, sind in Norwegen nicht selten. Die schörlführenden Quarzite schliessen sich dem Schörlschiefer an.

Die Quarzite sind bisweilen sehr undeutlich, überhaupt aber um so deut-licher und vollkommener geschichtet, je mehr sie sich der Natur des Quarz-schiefers nähern, dessen Schichtung immer höchst ausgezeichnet ist. Die Schichten sind bald mächtig, bald schmal, nicht selten plattenförmig, bis-weilen aber so ebenflächig und dünn wie gehobelte Breter. Obgleich gewun-dene Schichten nicht so gar häufig vorkommen, so kennt man doch Beispiele sehr merkwürdigen Krümmungen und Biegungen.

Einen prächtigen dünnplattenförmigen Quarzit beschreibt z. B. Leopold v. Buch im dem Glimmerschiefer am Porsangernäss, hoch oben in Norwegen; die dünnen Platten sind so glatt und eben, als wären sie künstlich geschnitten. Auffallende Schichtenbiegungen zeigt der Quarzit auf der Insel Anglesea und in Ben-Gloe in Schottland, gerade wie Glimmerschiefer, und zum offenbaren Beweise, dass er sich einstmals in einem flexibeln Zustande befand. Aehnliche Biegungen sind auch in Norwegen und anderwärts beobachtet worden. Ganz auffallende Beispiele erwähnt Darwin von den Falklandsinseln; an einer Stelle beschrieb die Krümmung einen Bogen von 90°, bei nur 7 Fuss Krümmungshalbmesser, und Sulivan sah fast halbcylindrische oder rinnenförmige Quarzschalen, deren eine 20 F. lang und 12 F. breit war; (*Quart. Journ. of the geol. soc. II*, 272). Der dünnplatten-förmige Quarzit besteht zuweilen aus lauter langgestreckten, stark comprimirten cylindrischen Körpern von conform schaliger Zusammensetzung und scharf linsen-förmigem oder sehr lang elliptischem Querschnitte; alle diese schilfartig cylindri-schen Schalen liegen parallel über und neben einander gedrängt, so dass ihre Axen durchaus dieselbe Richtung behaupten; Laurgaard am Fusse von Dovrefjeld, im Sundthale, u. a. Gegenden Norwegens*).

Die Quarzite der Urschieferformation sind fast unverwüstliche Gesteine; von reinen Varietäten kann von einer eigentlichen Verwitterung gar nicht die Rede sein, welche nur die mit viel Feldspath, Glimmer oder anderen zer-störbaren Mineralien gemengten Varietäten betreffen kann. Doch erscheint in anstehenden Felsen auch die Oberfläche mancher körnigen Quarzite bis-weilen wie benagt und angefressen, und selbst die compacten Varietäten

*) Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens II, 294.

haben mitunter eine glatte, glänzende, fast glasartig erscheinende Oberfläche erhalten.

Die Quarzitberge sind gewöhnlich steil und schroff, klippig und zackig, sie ragen als Kegel und Hörner, oder als scharfe Kämme über ihre Umgebungen auf, und geben sich oft schon aus der Ferne durch ihre weisse Farbe und kahle Oberfläche zu erkennen. Denn nur wenige Gesteine dürften einen so steinigen und unfruchtbaren Boden liefern, wie die Quarzite und Kieselschiefer.

Sehr schroffe kegelförmige Berge bildet der Quarzit z. B. auf der Schottischen Insel Jura (die sog. *paps of Jura*). Noch häufiger kommen weit fortziehende scharfe Felsenkämme vor, wie z. B. im Sächsischen Voigtlande bei Falkenstein, in Norwegen, in Estremadura, am Taganai, und fast überall, wo mächtige Lager oder Zonen von Quarzit mit einigermaassen steilen Schichten aus dem Schiefergebirge hervortreten.

Die Urschiefer-Territorien aller Länder haben mehr oder weniger bedeutende Schichtenzonen von Quarzit aufzuweisen, welche bisweilen eine Mächtigkeit von mehren tausend Fuss und eine Längenausdehnung von vielen geographischen Meilen erreichen; in vielen Fällen sind es jedoch schmälere Zonen und gar häufig blose Lager, Stöcke oder auch einzelne Schichten, welche dem Schiefergebirge eingelagert sind. Die mächtigeren Zonen erscheinen bisweilen als fächerförmige Schichtensysteme, welche sich zu beiden Seiten an andere schiefrige Gesteine anlehnen, während in der Mitte ihre Schichten vertical stehen.

Alle diese Vorkommnisse sind den Schiefern gewöhnlich ganz regelmässig eingelagert, auch wohl durch Gesteinsübergänge oder Wechsellagerung mit ihnen verbunden. Doch sollen bisweilen eigenthümliche Anomalieen der Lagerung und wenigstens stellenweise abnorme Verbandverhältnisse vorkommen. Diess hat wohl auch die denkwürdige Ansicht veranlasst, dass die Quarzite z. Th. als eruptive Gesteine zu betrachten seien; eine Ansicht, welche nicht befremden kann, wenn sie von Denen ausgesprochen wird, die sogar die Quarznester im Glimmerschiefer für eruptiv halten (oben S. 111). Auch Kapp neigte sich zu dieser Ansicht (Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 318), und Russegger will hoch oben in Norwegen [illegible] Alten Erscheinungen beobachtet haben, welche dafür sprechen sollen, dass [illegible] Quarzit als eine dickflüssige Masse aus Spalten hervorgebrochen sei, und sich [illegible] der Oberfläche hingewälzt und ausgebreitet habe; (Karstens und v. Dechens [illegible] chiv, Bd. XV, 1840, S. 760). Ja, noch später erwähnte Rozet aus den östlich[illegible] Pyrenäen *de masses quartzo-ferrugineuses, qui ont coulé à la manière des la[illegible]* (*Comptes rendus, t.* 31, 1850, 885). Gegen Russegger's Angaben erklärte [illegible] Keilhau sehr entschieden; (*Gäa Norvegica, I,* 280). An eine eruptive Bildung [illegible] feurigflüssigen Zustande hat wohl auch Niemand gedacht; wenn sich aber [illegible] Quarzit längere Zeit in einem plastischen Zustande befunden hat, oder wenn [illegible] sein Material durch Mineralquellen geliefert worden sein sollte, so können [illegible] wohl stellenweise Erscheinungen ausgebildet haben, wie sie gewöhnlich nur [illegible] eruptiven Gesteinen vorzukommen pflegen.

Die dem Thonschiefer, Chloritschiefer und Talkschiefer eingelager[illegible] Quarzite stimmen im Allgemeinen mit denen im Glimmerschiefer auftreten[illegible] Quarziten überein; doch pflegen namentlich im Thonschiefer mehr feinkorn[illegible] und dichte, oft mit Schiefer gemengte Varietäten vorzukommen.

2. Itakolumit. (I, 572.)

Der Itakolumit ist ein dem Quarzschiefer so nahe verwandtes Gestein, dass man ihn fast nur als eine besondere Varietätengruppe desselben betrachten möchte. Die charakteristischen, elastisch-biegsamen, aber nicht gerade häufigen Varietäten sind durch das etwas lockere, körnigschiefrige Gefüge und durch den Glimmer- oder Talkgehalt ausgezeichnet, gehen jedoch in andere Varietäten über, welche dem gewöhnlichen Quarzschiefer und Quarzite schon näher stehen. Auch wiederholt sich am Itakolumit die am Quarzite erwähnte Erscheinung, dass er zuweilen ein sandsteinähnliches oder auch, durch eingeschlossene Brocken und Gerölle von Quarz, ein psephitisches Ansehen erhält.

Obgleich nun der Itakolumit auch in Europa, wie z. B. im nördlichen Portugal und im angränzenden Galicien, im südlichen Ural*), sowie in Nordamerika (in Nordcarolina, Südcarolina und Georgia) bekannt ist, so erlangt er doch in Brasilien eine so vorzügliche Wichtigkeit, dass wir sein dortiges Vorkommen etwas näher betrachten müssen. Nach den Berichten von Eschwege, von Martius und Pissis**) erscheint der Itakolumit Brasiliens als ein sehr bedeutsames Glied der dortigen Urschieferformation, welche wesentlich von Thonschiefer, Talkschiefer und Itakolumit, nebst untergeordneten Einlagerungen von Eisenglimmerschiefer und Itabirit, gebildet wird, dem Gneisse regelmässig aufgelagert und, wegen ihres Goldreichthums und Diamantgehaltes, als eine sehr werthvolle Formation zu betrachten ist. Diese Formation, in welcher die drei herrschenden Gesteine in sehr mächtigen Schichtenzonen wiederholt mit einander abwechseln, lässt sich durch 17 Breitengrade von St. Paulo bis nach Ceará an die Nordküste des Landes verfolgen, und bildet in einer Längenausdehnung von 12 Breitengraden ein im Allgemeinen 2000 bis 3000 Fuss hohes Gebirgsland, innerhalb dessen sich drei grosse, nordsüdlich streichende, und stellenweise bis 6000 F. hoch aufragende Gebirgsketten unterscheiden lassen, welche von der Serra dos Vertentes, der Wasserscheide des la Plata und Amazonenstromes gekreuzt werden.

Auf den Gneiss folgt bei Villa-Rica zuerst eine 30 bis 40 F. mächtige Schicht rothlich-braunen Thonschiefers, dann Itakolumit mit goldhaltigen Quarzlagern und Quarzgängen, welche mit der sogenannten Carvoeira in Verbindung stehen***); dieser erste Itakolumit wird von 40 bis 70 F. Eisenglimmerschiefer bedeckt, auf welchen aschgrauer Thonschiefer, Glimmerschiefer und abermals grauer, zuletzt

* Wo er jedoch auf fossilhaltigem Dolomit liegt, und folglich kein Glied der Urschieferformation bildet. Vergl. Zerrenner in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. I, S. 484.

** v. Eschwege, Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens, 1832, S. 172 ff. und Pluto brasiliensis, 1833, S. 207 ff. v. Martius, Reise in Brasilien und Pissis im *Bull. de la soc.* ... t. 13, 1842, p. 282 ff. auch *Comptes rendus*, t. 17, 1843, p. 28 ff.

*** Diese Carvoeira bildet gewöhnlich ein Zwischenlager zwischen dem rothbraunen Schiefer und Itakolumit, und ercheint theils als ein goldhaltiger Quarzit mit Nestern und Adern von Arsenkies, Eisenkies, Autimonglanz, theils als ein schwarzer mit Arsenkies ... ermengter Schörlquarzit. Die den Itakolumit durchsetzenden Quarzgänge vereinigen sich unten mit dem Carvoeira-Lager, setzen aber nicht hinab bis in den Thonschiefer; Eschwege, Beiträge u. s. w. S. 178 ff.).

braunrother Thonschiefer folgt, über den eine zweite sehr mächtige Itakolumitzone gelagert ist; weiterhin nochmals Thonschiefer, der nach oben wiederum braunroth erscheint, und von der, im Itakolumi über 5400 F. hoch aufragenden Itakolumitmasse bedeckt wird. Der unterste Itakolumit ist feinkörnig, sehr dünnschichtig und biegsam in allen Graden; die mittlere und die obere Ablagerung dagegen erscheinen immer grobkörniger und sehr mächtig, ja bisweilen fast gar nicht geschichtet. Die braunrothen Thonschiefer sind meist mit Goldstaub geschwängert, und der Eisenglimmerschiefer, welcher als ein beständiger Begleiter der ersten Itakolumitzone oft viele Meilen weit verfolgt werden kann, ist nicht nur selbst goldhaltig, sondern umschliesst auch goldreiche Lager von Brauneisenerz und Quarz.

Bei Itabira und an den Quellen des Ribeirao de Cadoga beobachtet man dieselbe Reihenfolge der Gesteine, wie bei Villa-Rica; bei Villa-do-Principe und im ganzen Serro do Frio, dem eigentlichen Diamantendistricte, tritt der Itakolumit überall zu Tage aus, bildet unweit Tijuco die abenteuerlichsten, an künstliche Monumente erinnernden Felsformen, und erscheint fast in allen möglichen Varietäten. Durch dieses Vorwalten des quarzigen Gesteins wird der Diamantendistrict zu einer kahlen felsigen Einöde, in welcher nur die Stadt Tijuco hervorleuchtet. — Am Pic de Itabira, an der Serra da Piedade und an andern Puncten treten auch theils im Itakolumit, theils im Schiefer die mächtigen aus Magneteisenerz und Glanzeisenerz bestehenden Stöcke des von Eschwege so genannten Itabiriets auf (I, 649).

Nach Lieber ist der Itakolumit auch in Südcarolina sehr verbreitet, und geht stellenweise in wahren Sandstein, ja sogar in Conglomerat über, wodurch seine sedimentäre Natur bewiesen wird; dass er jedoch in der Hauptsache ein krystallinisches, und kein klastisches Gestein ist, diess lässt sich eben so wenig bezweifeln. Auch dort sind mit ihm Eisenglimmerschiefer und Itabirit verbunden; Diamanten haben sich jedoch bis jetzt nur in Nordcarolina und Georgia gefunden. *Lieber, Report on the Survey of South Carolina*, 1856, *p.* 26 ff.; 1858, *p.* 40 ff. 1859, *p.* 44 ff., besonders aber *p.* 87—150, wo eine allgemeine Monographie des Itakolumites mitgetheilt wird. — Als ein interessantes Vorkommen ist das von Lazulith, in Krystallen und Nestern, im Itakolumite von Georgia zu erwähnen; nach Shepard, Neues Jahrb. für Min. 1859, S. 302.

3. Kieselschiefer.

Ausser diesen quarzitähnlichen Gesteinen erscheinen auch schon hier und da im Gebiete des Thonschiefers, zumal in den oberen Etagen desselben, Einlagerungen von Kieselschiefer und ähnlichen ganz dichten Kieselgesteinen, welche, eben so wie die sie einschliessenden Schiefer, als Vorläufer der entschieden sedimentären Formationen zu betrachten sein dürften, die auf die kryptogene Urschieferformation gefolgt sind. Diese Kieselschiefer werden sogar nicht selten von Alaunschiefer begleitet, dessen Kohlenstoff möglicherweise schon von organischen Wesen zu deriviren sein dürfte, wodurch es gleichfalls sehr wahrscheinlich wird, dass wir uns hier auf der Gränze zwischen der Urschieferformation und der Silurischen Formation befinden. Im Glimmerschiefer gehören ähnliche Vorkommnisse zu den sehr seltenen Erscheinungen.

Will man diese Etagen des Thonschiefers schon als fossilfreie silurische Schichten deuten, so lässt sich dagegen bemerken, dass diess eben nur eine willkürliche und conventionelle Interpretation sein würde, welche mit demselben Rechte auf die ganze Urschieferformation ausgedehnt werden könnte, und dass d

Begriff der Silurformation dadurch zwar eine gränzenlose Erweiterung, aber gewiss keine festere Begründung gewinnen würde.

Nach Cotta enthält der vollkommen krystallinische Glimmerschiefer in der südlichen Bukowina Lager von Kieselschiefer, deren eines mit Brauneisenerz verbunden ist. Neues Jahrb. für Min. 1857, S. 451.

Dass die Smirgellager der Insel Naxos und Kleinasiens, welche daselbst mit Kalkstein verbunden sind, schon zum Theil im Glimmerschiefer liegen, diess ist bereits oben S. 89 erwähnt worden. Bekanntlich kommt auch in Sachsen, westlich von Schwarzenberg am Ochsenkopfe, ein aus Beilstein (Agalmatolith) und Smirgel bestehendes Lager im Glimmerschiefer vor.

§. 286. *Krystallinische Silicatgesteine, als untergeordnete Bildungen der Urschieferformation.*

Hier haben wir zuvörderst des Glimmerschiefers und des Thonschiefers selbst zu gedenken, welche gegenseitig für einander als untergeordnete Bildungen erscheinen können, indem hier und da im Glimmerschiefer schon einzelne Einlagerungen von Thonschiefer, und umgekehrt im Thonschiefer noch einzelne Einlagerungen von Glimmerschiefer auftreten; was besonders gern an der Gränze grösserer Territorien der beiderseitigen Gesteine vorzukommen pflegt.

Auf dieselbe Weise sind auch Chloritschiefer und Talkschiefer, theils für einander selbst, theils in Bezug auf Glimmerschiefer oder Thonschiefer als bisweilige untergeordnete Vorkommnisse zu erwähnen, da sich in manchen Glimmerschiefer- oder Thonschiefergebieten einzelne Lager oder Schichtenzüge von Chloritschiefer oder Talkschiefer vorfinden.

Chloritschiefer im Glimmerschiefer z. B. bei Bernstein in Ungarn und vielorts in Schottland; im Thonschiefer bei Hartenstein in Sachsen; Talkschiefer im Thonschiefer bei Rudolphstein zwischen Gefell und Lichtenberg im Fürstenthum Reuss. Interessant ist das Chloritschieferlager, welches nach G. Rose am Ural im Glimmerschiefer der Nasimskaja auftritt, da es sehr reich an Granat, Diopsid, krystallisirtem Chlorit, Vesuvian, Apatit, Titanit und Magneteisenerz ist; ebendaselbst findet sich in der Schischimskaja ein Lager von Talkschiefer, welches ziemlich häufig Chlorospinell, Magneteisenerz und Granat, selten Xanthophyllit und Hydrargillit umschliesst; (Reise nach dem Ural u. s. w. II, 116 und 124).

Gneiss tritt häufig im Glimmerschiefer, seltener im Thonschiefer als eine untergeordnete Bildung in der Form von Lagern und Lagerstöcken auf, welche letztere gewöhnlich als Bergkuppen über ihre Umgebung emporragen. So z. B. in Sachsen im Glimmerschiefer zwischen Oederan, Augustusburg und Eppendorf, und im nordöstlichen Thonschieferdistricte bei Tanneberg, Munzig und Rothschönberg... Königswalde, auch im alten Thonschiefer bei Gefell, und besonders bei Hirschberg und Tiefengrün im Reussischen, so wie in vielen Gegenden Norwegens.

Bisweilen sind es jedoch blosse metamorphische Modificationen des Glimmerschiefers, welche als locale Vorkommnisse von Gneiss erscheinen, wie z. B. der oben S. 113 erwähnte Gneiss der Gegend von Schwarzenberg in Sachsen, und

der Gneiss, welcher sich im Glimmerschiefer Schottlands als die nächste Umgebung der darin auftretenden Granitmassen vorfindet; doch erstreckt sich auch dort, wie Macculloch bemerkt, die Umwandlung des Glimmerschiefers nur auf geringe Entfernungen vom Granite.

Hornblendschiefer und überhaupt Amphibolite, so wie die ihnen so nahe stehenden Diorite und Dioritschiefer sind keine seltenen Erscheinungen im Gebiete der Urschieferformation, zumal in denen von Glimmerschiefer, Talkschiefer oder Chloritschiefer gebildeten Territorien.

Im Glimmerschiefer Schlesiens finden sich z. B. häufige Einlagerungen von Hornblendschiefer zwischen Rudolstadt und Jänowitz, bei Ober- und Niederhaselbach, Schreibendorf, Neuwaltersdorf u. a. O.; auch in Landeck sind sie zahlreich vorhanden, und oft nach allen Richtungen von Quarzadern durchzögen (Landecker Diamanten), welche mitunter schöne Sphärengesteine hervorbringen, indem der krystallinische Quarz concentrische Umhüllungen um Fragmente des Nebengesteins bildet; (L. v. Buch, Versuch einer mineral. Beschr. von Landeck, 1797, S. 1… In Norwegen erscheinen, ausser häufigen Einlagerungen von gewöhnlichem Hornblendschiefer und Amphibolit, auch nicht selten Lager, welche aus krystallinischem Quarz und aus Hornblende bestehen. Auch liessen sich hierher manche Strahlsteinlager rechnen, wie sie z. B. in Sachsen in der Gegend von Schwarzenberg vorkommen; da sie jedoch gewöhnlich erzführend sind, so verweisen wir sie zu den Erzlagern.

Etwas seltener scheinen dergleichen hornblendige Gesteine in dem Gebiete des Thonschiefers aufzutreten; doch sind sie auch dort in manchen Gegenden bekannt und noch neuerdings hat Beyrich das häufige Vorkommen von Hornblendschiefer und Dioritschiefer in dem Glatzer, vorwaltend aus grünen Schiefern bestehende Urschiefergebirge nachgewiesen; (Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. … S. 68). G. Bischof versucht zu beweisen, dass diese Hornblendschiefer durch eine hydrochemische Umwandlung der grünen Schiefer entstanden sind, während er umgekehrt die Chloritschiefer des Ural für Umbildungen von Hornblendschiefer erklärt. Lehrb. der chem. Geol. II, S. 993 ff. und S. 966.

Grünsteine und Grünsteinschiefer aus der Gruppe des Diabas (I, 581) treten wohl nur selten im Glimmerschiefer, dagegen ziemlich häufig im Thonschiefer auf; sie bilden oft regelmässige Lager oder Lagerstöcke, und dürften wohl zum Theil als Grünsteinstuffe (I, 668) zu betrachten sein, wie solches namentlich von vielen Grünsteinschiefern sehr wahrscheinlich ist.

Im nordöstlichen Thonschieferdistricte des Erzgebirges, bei Herzogswalde und weiter abwärts im Triebischthale, so wie in dem centralen Thonschieferdistrict bei Lössnitz, Hartenstein und Auerbach, finden sich viele dergleichen Einlagerungen von Grünstein, welche an ihrer hangenden und liegenden Gränze oft zu Grünsteinschiefer ausgebildet sind, und, wenigstens in der letzteren Gegend, nach den Beobachtungen von Cotta und Otto Freiesleben, im Allgemeinen eine lagerartige Natur besitzen. (Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen etc., Heft … S. 272 ff.)

Serpentin erscheint besonders häufig im Gebiete der Chloritschiefer und Talkschiefer, wo er gewöhnlich Lagerstöcke, zuweilen auch weit fortsetzende Lager bildet, an deren gleichzeitiger Entstehung mit den umgebenden Schiefern gar nicht gezweifelt werden kann. So findet er sich im Ural, in Schottland, in den Alpen und in den meisten Gegenden, wo die genannten Schiefer

einige Selbständigkeit erlangen, als ein ganz gewöhnlicher Begleiter derselben; vgl. §. 284). Ja sogar die untergeordneten Schichtenzüge dieser Schiefer beherbergen nicht selten kleine Serpentinstöcke. Auch im Glimmerschiefer treten bisweilen Serpentinmassen auf, von welchen es jedoch noch nicht in allen Fällen ausgemacht sein dürfte, ob sie als gleichzeitige Einlagerungen, oder als spätere eruptive Ablagerungen zu betrachten sind.

Ganz ausserordentlich ist die Verbreitung des Serpentins in der Urschieferformation des Ural. So findet er sich nach G. Rose im südlichen Ural bei Miask und Kyschtimsk, im mittleren Ural bei Katharinenburg, Newjansk und Nischnetagilsk, im nördlichen Ural bei Kuschwinsk, Turinsk und Bogoslowsk. In der Breite von Newjansk und Nischnetagilsk bildet er nicht nur zum Theil den Hauptrücken des Gebirges, sondern auch die weiter östlich gelegene Wasserscheide zwischen dem oberen Tagil und der oberen Neiwa. Ueberall zeigt er sich dem schiefrigen Urgebirge gleichförmig eingelagert. Er ist theils licht theils dunkel grün, selten von verworren fasriger Textur, wie bei Gornoschit, oft nur wenig zerklüftet, oft aber wie aus lauter krummschaligen Massen zusammengesetzt. Manche Varietäten sind rein, andere mehr oder weniger erfüllt von accessorischen Bestandtheilen, unter welchen Diallag, Magneteisenerz und Chromeisenerz als die gewöhnlichsten erscheinen, während Brucit, Kupfer und Gold sehr selten vorkommen, Platin aber nur als äusserste Seltenheit in Serpentingeschieben bei Nischnetagilsk gefunden worden ist*). — Merkwürdig sind die Serpentinhügel am Wege von Miask nach Slatoust, deren jeder einen ellipsoidischen oder lenticularen Stock von dichtem, kleinsplittrigem, dunkel grünlichgrauem Granat einschliesst, dessen regellos zerklüftete Masse wie ein Kern von dem schalig abgesonderten Serpentin umgeben wird. Bei Turgojakskaja unweit Slatoust kommen ähnliche Serpentinhügel vor, deren Kern jedoch aus feinkörnigem Gabbro besteht; (G. Rose, a. a. O. S. 98 u. 142).

In Schottland findet sich der dem Urschiefer untergeordnete Serpentin besonders bei Inverness, Drimnadrochit und Portsoy; der berühmte Serpentin von Portsoy bildet drei mächtige verticale Lager, deren eines in Amphibolit, das andere zwischen Amphibolit und Kalkstein, das dritte zwischen Talkschiefer und Glimmerschiefer liegt; auf Scalpa kennt man ein sehr mächtiges Serpentinlager zwischen Amphibolit und Talkschiefer; (*Boué, Essai géol. sur l'Ecosse, p.* 54).

Der Serpentin von Reichenstein in Schlesien, bekannt wegen seines Gehaltes an Arseneisen (axotomen Arsenkies) und Magnetkies, ist auf das Innigste mit einem dem Glimmerschiefer eingelagerten Dolomitlager**) verbunden, dessen Gestein durch die häufige Verflechtung mit Serpentin stellenweise zu einem förmlichen Ophicalcit wird; (L. v. Buch, Geognost. Beobb. auf Reisen etc. I, S. 47). Auch die Serpentine von Dobschau in Ungarn, welche mit körnigem und schiefrigem Gabbro, dem Muttergesteine reicher Kobalterze und Kupfererze, vergesellschaftet sind, kommen nach Beudant im Gebiete des dasigen Glimmerschiefers vor.

Im Schiefergebirge der Green Mountains in Canada kommen nach Sterry-Hunt sehr ausgedehnte Serpentinlager vor, welche sich z. Th. 150 engl. Meilen weit verfolgen lassen und, bei grosser Mächtigkeit, über bedeutende Landstriche ausdehnen. Ihr Gestein erscheint bisweilen conglomeratartig, und ist reich an Magnesit, Chromeisenerz, Magneteisenerz, Ilmenit, Diallag, Pikrolith und Chrysotil.

---

* G. Rose, Reise nach dem Ural etc. II, 540 ff., doch sagt er S. 599 nur: Platin ist wirklich selbst in einem Serpentingerölle angetroffen worden. Helmersen aber bemerkt in der Reise nach dem Ural II, 1843, S. 211, dass er bei Solowjewskoi drei Stücke Serpentingeschieben habe, worin Platin in Körnern und Blättchen fest eingewachsen war.

** Nach Klaproth und Karsten, vergl. Bd. I, S. 522, Anmerkung.

Alle diese Serpentine, ebenso wie jene von Vermont, Connecticut und New-Jersey, halten etwas Nickel, wogegen solches den Serpentinen des Laurentian-Systems fehlt*).

Topfstein erscheint, meist in Begleitung von Chloritschiefer und Talkschiefer, häufig in den Alpen; auch in den Sudeten, bei Zöptau und Petersdorf, wo er dieselbe Benutzung findet, nach Albin Heinrich, in Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, V, S. 97.

Schliesslich gedenken wir noch des körnigen, grünen und gelben Augitgesteins, welches bei Williamsburgh und Chester in Massachusetts dem Glimmerschiefer eingelagert ist, so wie des dichten grauen Skapolithgesteins, welches nach Hitchcock bei Canaan in Connecticut zwischen Glimmerschiefer und Kalkstein ein bis 8 Engl. Meilen langes Lager von 100 bis 150 Ruthen Breite bildet, und bei seiner regelmässigen obwohl undeutlichen Schichtung einen trefflichen, in Canaan viel benutzten Baustein liefert; (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 315).

§. 287. *Kalkstein, Magnesit, Dolomit und Gyps in der Urschieferformation.*

Unter den krystallinischen Haloidgesteinen der Urschieferformation spiel der Kalkglimmerschiefer (I, 512) oder Kalktalkschiefer**) eine nich unwichtige Rolle, da er in manchen Gegenden, wie z. B. in den Alpen und i Nordamerika, als ein sehr verbreitetes Gestein auftritt, welches gewöhnlic zwischen Glimmerschiefer oder Chloritschiefer recht mächtige und weit fort setzende Ablagerungen bildet.

Saussüre beschrieb ihn aus der Gegend von Aosta, wo jedoch der Kalkspat nur höchstens $1/4$ des ganzen Gesteins ausmacht; auch erkannte er ihn am Mon Cenis, wo das Vorkommen desselben sehr verbreitet ist, wo alle möglichen Mit telglieder zwischen glimmerhaltigem Kalkstein und reinem Glimmerschiefer vor kommen, und z. Th. sehr schöne und regelmässige Platten gebrochen werden Später scheint der Kalkglimmerschiefer meist mit Glimmerschiefer verwechse worden zu sein. Russegger führte ihn im J. 1832 von der hohen Riffel in Raur als eine merkwürdige Varietät des Gneisses auf, in welcher der Feldspath durc Kalkspath ersetzt werde, weshalb denn auch unmittelbare Uebergänge in Kalkstei Statt finden; (Baumgartners Zeitschrift, Bd. I, 1832, S. 363 f.).

Im Jahre 1833 lehrte uns Hitchcock dieselben Gesteine aus dem Glimmerschi fergebiete von Massachusetts kennen, wo sie am westlichen Ufer des Connecticu zumal bei Whately, in grosser Verbreitung und in zahllosen Varietäten auftrete welche zwischen den beiden Extremen Kalkstein und Glimmerschiefer oscilliren und 40 bis 78 p. C. Kalkspath enthalten. Da der Kalkspath durch die Atmosph

*) Nach William Logan sollen diese Serpentine der Green-Mountains unzweifelhaft dimentärer Entstehung sein, und dem oberen Theile der dortigen Untersilurformation gehören, welche stark dislocirt und metamorphosirt wurde, weshalb ihre Schichten genwärtig aus Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Se pentin u. s. w. bestehen. *Proceed. of the royal soc. vol.* 8, 1857, *p.* 423 ff.

**) Klipstein bemerkt, dass das Gestein füglich als Kalkglimmerschiefer und Kalkta schiefer unterschieden werden könne, je nachdem hauptsächlich Glimmer oder Talk v handen ist. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 16, 1842, S. 702.

r..en ausgenagt wird, so erscheint das Gestein an der Oberfläche mehre Zoll tief ganz porös, schwammig und zerreiblich; (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 305 f.). — Studer wies im Jahre 1839 die grosse Verbreitung des Kalktalkschiefers oder Talkflysches am Mont Cervin oder Matterhorn nach, indem er zeigte, dass das Fundament und der Gipfel dieser imposantesten Felspyramide der Alpen grösstentheils von einem an der Oberfläche roth verwitterten, dem Glimmerschiefer täuschend ähnlichen, aber wesentlich aus krystallinischem Kalke und glänzenden Talkblättchen bestehenden Gesteine gebildet wird, welches dort mit Gneiss verbunden und überhaupt die herrschende Felsart in Wallis und Graubündten ist; Neues Jahrb. für Min. 1840, 209).

Im Jahre 1841 zeigte v. Holger, dass der von ihm unter dem Namen Blauschiefer eingeführte Kalkglimmerschiefer auch in Oesterreich, im Kreise ob dem Manhartsberge vorhanden ist, und später wurde die sehr bedeutende Verbreitung dieses Gesteins in den Salzburger und Kärnthener Alpen von Klipstein, Credner und Schlagintweit nachgewiesen. Aus ihren Darstellungen ergiebt sich, dass der Kalkglimmerschiefer im oberen Mölltbale vorwaltet, dass er um Heiligenblut, in der Umgebung des Grossglockner und überhaupt in den Tauern eine sehr grosse Ausdehnung gewinnt, dass er nach Süden bis an die Drau, auch im Kapruner und ...ser Thale, im Fuschthale und Pfitschthale sehr weit zu verfolgen, und überall mit Talkschiefer, Chloritschiefer oder Glimmerschiefer vergesellschaftet ist. (Klip...n a. a. O. S. 692 ff., Credner, Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 513 f., Schlagintweit, Untersuchungen über die phys. Geogr. der Alpen, 1850, S. 229 f.)

Kalkthonschiefer; so kann man ein dem Kalkglimmerschiefer ganz ...ges Gestein nennen, in welchem der Glimmer oder Talk durch dünne ...nde Thonschiefer-Membranen ersetzt wird, welche oft nur wie ein Hauch ...en Spaltungsflächen ausgebreitet sind. Das Gestein erscheint gewöhnlich ...lichgrau bis schwärzlichgrau, auch gelblichgrau bis gelblichweiss, sein ...stein ist feinkörnig bis dicht, und bisweilen in so dünnen Lagen zwischen ... Schiefermembranen eingeschaltet, dass das Ganze auf den ersten Anblick ...it mit Thonschiefer verwechselt werden kann.

Auch diese Gesteine sind besonders in den Alpen sehr verbreitet, von wo sie ...ng unter dem Namen Flysch beschrieben wurden. Nach Studer gewinnt dieser Flysch in den Alpen und in einem Theile Italiens durch Mächtigkeit und ausgedehntes Vorkommen dieselbe Bedeutung, wie der Thonschiefer im mittlern und ...dlichen Europa; (Lehrb. der physik. Geogr. I, 158). Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass wohl der grösste Theil der unter dem Namen Flysch aufgeführten ...eine weit jüngeren und sogar tertiären Formationen angehört, dass daher nur ... kleinere Theil derselben dem Kalkthonschiefer der Urschieferformation ent...icht, indem durch den zu weit ausgedehnten Gebrauch des Wortes Flysch eine ...sse Verwirrung in die Nomenclatur der Alpinischen Gesteine gebracht worden ... (vergl. Studers Bemerkung über die geologische Bedeutung des Wortes F...sch. in *Bibl. univ. de Genève*, 1849, Mai). Ausgezeichnete Varietäten des Kalk...nschiefers finden sich z. B. im Wallis zwischen Martigny und Lax, im Thale ...r Salza, zwischen St. Johann und Lend, sowie in der Klam, oder dem Aus...nge des Gasteiner Thales, wo das Gestein oft innig mit Graphit gemengt ist. — ... der obigen Beschreibung ergiebt sich übrigens, dass diese Gesteine wesentlich ... dem verschieden sind, was man z. B. im Uebergangsgebirge der Gegend von ...ristiania Kalkthonschiefer genannt hat.

Kalksteine gehören zu den sehr häufigen Einlagerungen im Gebiete der ...hieferformation; sie pflegen aber etwas verschieden zu sein, je nachdem

sie innerhalb der mehr krystallinischen Gesteine, oder innerhalb des Thonschiefers auftreten. Die dem Glimmerschiefer, Hornblendschiefer, Chloritschiefer eingelagerten Kalksteine sind gewöhnlich weiss, oder doch hellfarbig, sehr krystallinisch, stehen überhaupt den Kalksteinen des Gneisses sehr nahe, und enthalten zuweilen, eben so wie diese, verschiedene accessorische Gemengtheile, als: Glimmer, Talk, Chlorit, Serpentin, Asbest, Granat, Grammatit, Hornblende, Quarz, Eisenkies, Zinkblende, Bleiglanz und Graphit. Sie sind daher oft als Cipolin, und nicht selten als Ophicalcit ausgebildet. Die dem Thonschiefer eingelagerten Kalksteine dagegen sind oft grau, oder hell- und dunkelgrau gestreift, sehr feinkörnig bis dicht, und enthalten nur selten accessorische Gemengtheile, unter denen namentlich die Silicate vermisst werden; indessen sind sie häufig, zumal an ihren Gränzen, als Kalkthonschiefer ausgebildet, gerade so, wie die im Glimmerschiefer liegenden Kalksteine öfters einen Cipolin oder Kalkglimmerschiefer darstellen. Diese Verschiedenheiten gelten jedoch nur im Allgemeinen; denn bisweilen finden sich auch im Glimmerschiefer dichte oder dunkelfarbige, und im Thonschiefer weisse oder sehr krystallinische Kalksteine.

Alle diese Kalksteine bilden theils Lager, theils Lagerstöcke, welche in sich selbst bald geschichtet, bald ungeschichtet, den Schiefern gewöhnlich ganz regelmässig eingelagert, und mit ihnen an der Gränze durch Wechsellagerung oder gegenseitige Verwebung gar häufig auf das Innigste verbunden sind. In einzelnen Fällen sind jedoch merkwürdige Abnormitäten des Verbandes beobachtet worden. Die Lager haben bisweilen eine sehr bedeutende Längenausdehnung, und sind, eben so wie die Stöcke, oft innerhalb gewisser Regionen oder Zonen des Schiefergebirges concentrirt, so dass sie in Gruppen versammelt, oder in Zügen an einander gereiht erscheinen.

Nach Charpentier und Boubée sind die im Glimmerschiefer liegenden Kalksteinlager der Pyrenäen, deren körniges, weisses oder graues Gestein Couzeranit, Dipyr, Chiastolith, Glimmer, Talk u. a. Mineralien enthält, als primitive Kalksteine zu betrachten, wogegen freilich Dufrénoy und Coquand die Ansicht geltend gemacht haben, dass solche metamorphische Kalksteine der Liasformation seien. Im östlichen Theile der Pyrenäen bilden diese Kalksteinlager einen Zug von 25 Stunden Länge und 1 Stunde Breite, und eines derselben lässt sich von Hellette bis Itztassou 4 Stunden weit verfolgen. Die Kalksteinlager, welche sich im Glimmerschiefer des Fichtelgebirges, von Hohenberg über Thiersheim bis jenseit Wunsiedel ausdehnen, bilden einen nur wenig unterbrochenen Zug von fast vier geogr. Meilen Länge; das eine dieser Lager wird bei Göpfersgrün von Steatit begleitet, welcher nach Schmidt ein Lager von 1700 F. Länge und 2 bis 3 F. Mächtigkeit bildet; übrigens enthält dieser Kalkstein nicht selten Graphit, welcher auch in denen dem Glimmerschiefer der Sudeten eingelagerten Kalksteinen häufig vorkommt. Macculloch erwähnt vom Loch Laggan in Schottland ein sehr weit fortsetzendes Kalksteinlager in Glimmerschiefer, welches im Hangenden und Liegenden viele Hornblende aufnimmt, und endlich in Hornblendschiefer übergeht. In Nordamerika zieht sich nach Hitchcock auf dem nordwestlichen Abfalle der Alleghanys, von Canada bis nach Alabama, in der Urschieferformation eine fast ununterbrochene Kette von Kalksteinlagern hin; vielleicht der grösste bekannte Kalksteinzug auf unserem Planeten; (*The Amer. Journ. of sc. vol. 41, 1841, p.* 2[illegible]

Dass auch die im Urschiefergebirge vorkommenden Kalksteinlager bisweilen scheinbar **abnorme** Verbandsverhältnisse und andere auffallende Erscheinungen zeigen, dafür mögen ein paar Beispiele aus Sachsen angeführt werden. Der krystallinisch körnige Kalkstein von Miltitz bei Meissen, welcher zwischen Glimmerschiefer und Hornblendschiefer liegt, zeigt nach Cotta stellenweise sehr unregelmässige Begränzungsflächen und umschliesst Fragmente von Hornblendschiefer, Granit und Porphyr. Der Kalkstock von Nieder-Rabenstein bei Chemnitz besitzt nicht nur eine höchst unregelmässige Structur, sondern dringt stellenweise mit Apophysen zwischen die Thonschieferschichten ein, welche selbst äusserst verworren sind, und sich mehrfach am Kalksteine abstossen. Bei Raschau unweit Schwarzenberg wird auf der Grube Fester Schlägel ein bis 6 Fuss mächtiges Lager von schönem weissen Kalkstein abgebaut, welches zwar im Ganzen dem Glimmerschiefer parallel eingelagert ist, stellenweise aber so unregelmässige Verzweigungen in denselben hineintreibt, und so viele eckige Bruchstücke desselben umschliesst, dass man an der Gleichzeitigkeit beider Gesteine fast zweifeln möchte; Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. von Naumann und Cotta, II, 51 u. 310, so wie V, 77).

Bei denen im Urschiefergebirge eingelagerten Kalksteinen müssen wir einiger merkwürdiger Associationen mit anderen Gesteinen gedenken, die recht häufig angetroffen werden; es sind diess die Associationen mit **Erzen**, **Grünsteinen** und **kohligen Schiefern**.

Die in den Urschiefern auftretenden Kalksteinlager sind nämlich sehr oft mit **Brauneisenerz** vergesellschaftet, welches gewöhnlich unmittelbar im Hangenden derselben abgelagert ist, und gar nicht selten eine solche Mächtigkeit erlangt, dass es einen Gegenstand bergmännischer Gewinnung bildet. Im Urschiefergebirge kommt diese Erscheinung zumal bei solchen Kalksteinlagern vor, welche von **Grünsteinschiefer** überlagert werden, oder auch in Grünsteinschiefer eingelagert sind, in welchem Falle das Eisenerz zwischen dem Kalksteine und dem hangenden Grünsteinschiefer zu liegen pflegt. — Andere Kalksteinlager sind mit Lagern oder Stöcken von **Eisenspath** verbunden, welche entweder mitten im Kalksteine, oder auch an seiner hangenden oder liegenden Gränze auftreten.

Die Association mit Brauneisenerz zeigt sich in Sachsen an vielen, im Thonschiefer eingeschlossenen Kalksteinlagern, wie z. B. an den Lagern von Auerswalde, Soppen, Burkhardswalde, Groitzsch und Schmiedewalde; bei den meisten derselben, sowie bei den Lagern von Kottewitz, Steinbach und Helbigsdorf, findet noch ausserdem eine Bedeckung mit Grünstein Statt. Die bedeutenden Kalksteinlager, welche am südlichen Abfalle des Fichtelgebirges bei Thiersheim, Sinatengrün und Arzberg im Glimmerschiefer liegen, werden gleichfalls im Hangenden von Brauneisenerz begleitet. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich nach Fiedler an mehren dem Glimmerschiefer untergeordneten Kalksteinlagern Griechenlands, wie z. B. zwischen dem Cap Sunium und dem Lauriongebirge, in diesem Gebirge selbst, auf der Insel Serpho und anderwärts. Auch im Ural wird nach G. Rose der Kalkstein bei Gornoschit von Brauneisenerz begleitet, und Tschaikowsky führt an, dass die vielen Kalkstöcke der Gegend von Katharinenburg gewöhnlich mit Brauneisenerz vergesellschaftet sind.

Fiedler ist der Ansicht, dass dieses Brauneisenerz ursprünglich Eisenspath gewesen und erst im Laufe der Zeiten zu dem umgewandelt worden sei, was es gegenwärtig ist. Diese Vermuthung dürfte in vielen Fällen gegründet sein, weil Ab-

lagerungen von **Eisenspath**, der nach oben in Brauneisenerz übergeht, mit manchen Kalksteinlagern verbunden sind. Ausgezeichnete Beispiele finden sich bei Lölling unweit Hüttenberg in Kärnthen; dort umschliesst der Glimmerschiefer vier sehr mächtige Kalksteinlager, welche in fast gleichen Entfernungen auf einander folgen; der dritten, mächtigsten Kalksteinmasse sind mehre grosse Lenticularstöcke von Eisenspath eingelagert, welcher in der Tiefe noch unverändert geblieben, nach oben aber fast durchaus in Brauneisenerz umgewandelt, übrigens aber, eben so wie der Kalkstein, mit vielen Glimmerschuppen erfüllt ist. Aehnliche Eisenspathlager finden sich bei Friesach auf der Gränze des Glimmerschiefers und Kalksteins, so wie bei Wölch unweit Wolfsberg, theils im Hangenden, theils im Liegenden, theils auch innerhalb des dem Glimmerschiefer eingelagerten Kalksteins; (Karsten, metallurgische Reise, S. 312 ff., v. Morlot, in Haidingers Berichten über die Mitth. von Freunden der Naturw. II, 84, und Wieland, ebendaselbst V, 225).

Eine andere merkwürdige Association der im Urschiefer vorkommenden Kalksteine, welche sich nicht selten an ihren Gränzen zu erkennen giebt, ist die mit **kohligen Schiefern**, mit **Alaunschiefer** und **Graphitschiefer**.

Diese Erscheinung verkündet sich zuvörderst dadurch, dass die den Kalkstein **unmittelbar** begränzenden Schiefer oft auffallend schwarz sind, während sie schon in geringem Abstande und weiterhin ganz andere Farben zeigen. Noch auffallender wird das Verhältniss, wenn die Kalksteinlager durch glänzenden Alaunschiefer wie durch eine Schale von dem umgebenden Gesteine abgesondert werden, wie diess z. B. sehr schön bei dem Kalksteinlager von Steinbach im Triebischthale zu beobachten ist, welches nicht nur einzelne Schichten von Alaunschiefer umschliesst, sondern auch durch ein, abwechselnd 1 bis 6 Ellen mächtiges Zwischenlager desselben Schiefers von dem darüber liegenden Grünsteinschiefer getrennt wird. Endlich finden sich auch bisweilen sogar graphitische Schiefer an den Gränzen der Kalksteinlager ein, wie wir ja ein ähnliches Auftreten des Graphites schon bei denen im Gneisse eingelagerten Kalksteinen kennen gelernt haben. Es ist diess z. B. bei einigen im Glimmerschiefer Mährens und Nordamerikas auftretenden Kalksteinlagern der Fall, und rechtfertigt wohl die Ansicht: dass die Bildung des Graphites, und überhaupt die Ausscheidung des Kohlenstoffs mit dem Dasein des Kalksteins in irgend einem nothwendigen Causalzusammenhange gestanden habe.

Schon oben S. 111 und 116 ist des zuweiligen Vorkommens **graphitischer Schiefer** im Gebiete des Glimmerschiefers und Thonschiefers gedacht worden; diese Imprägnation mit Graphit geht bisweilen so weit, dass sich fast reine Lager dieses Minerales ausbilden.

Hierher gehört z. B. das in neuerer Zeit mehrfach besprochene Vorkommen von Worcester in Massachusetts, welches schon früher von Hitchcock beschrieben worden ist. Im Glimmerschiefer von Worcester, 45 engl. Meilen westlich von Boston, findet sich nämlich ein 2 Fuss mächtiges Lager, welches hauptsächlich aus Graphit und anthracitähnlicher Kohle besteht, etwas Eisenkies enthält, und voll gestreifter Rutschflächen ist; auch kennt man östlich von Worcester und weiterhin die Fortsetzung desselben. Eaton glaubte, diese Schichten der Grauwackeformation zurechnen zu können, und Lyell ist geneigt, sie für metamorphosirte Gesteine der devonischen Anthracitbildung Nordamerikas zu erklären, obwohl durch eine 30 Meilen breite Zone von Gneiss und Hornblendschiefer von den Anthracitregionen Pennsylvanias getrennt werden; (*Quart. Journ. of the geol. so-*

p. 199). Auch bei St. John in Neubraunschweig ist in sogenannten metamorphischen Schiefern ein bedeutendes Graphitlager entdeckt worden; dasselbe steht vertical wie die Schieferschichten, ist über 20 F. mächtig, enthält Fragmente von Quarz und Schiefer, auch viel Pyrit. *The Amer. Journ. of sc.* [2], *vol.* 14, *p.* 280. Nach Zobel wird zwischen Goldenstein und Altstadt in Mähren auf einem 4 bis 5 F. mächtigen, sehr regelmässigen, dem Glimmerschiefer untergeordneten Graphitlager ein recht lohnender Bergbau betrieben; derselbe Beobachter berichtet, dass im Glimmerschiefer Niederschlesiens und der Grafschaft Glatz sehr häufig Graphitlager vorkommen. Neues Jahrb. für Min. 1854, S. 724.

Dolomit ist gleichfalls im Gebiete der Urschieferformation bekannt, obwohl er seltener vorzukommen scheint, als Kalkstein. Gewöhnlich sind es krystallinisch körnige, selten fast dichte, in der Regel aber wohl compacte (also nicht porose, zellige oder cavernose) Varietäten, welche in der Form von Lagern und Stöcken auftreten, theils massig, theils geschichtet, bisweilen mit mancherlei accessorischen Bestandtheilen versehen sind, und wahrscheinlicherweise in den meisten Fällen gleich ursprünglich als Dolomit gebildet wurden.

So ist der Marmor der Schottischen Insel Iona nach Jameson Dolomit; er erscheint nach Macculloch als ein weisses, dichtes, im Bruche splittriges Gestein, geht zwar durch vielfältige Wechsel in den Schiefer über, zeigt aber höchst auffallende Windungen und unregelmässige Verschlingungen mit seinem Nebengesteine. Dass manche der sogenannten Kalklager im Glimmerschiefer Schlesiens eigentlich Dolomitlager sind, diess ist durch die Analysen von Klaproth und Karsten bewiesen worden. Auch die Kalksteinlager der Gegend von Wunsiedel und Redwitz bestehen zum grossen Theile aus Dolomit, welcher bei Sinnatengrün einen förmlichen Mantel um den Kalkstein bildet; (Nauck, Poggend. Ann. Bd. 75, S. 134). Bei Lengefeld im Erzgebirge liegt ein mächtiger Dolomitstock im Glimmerschiefer; das Gestein ist fein- und kleinkörnig, weiss, meist hart und fest, selten mürbe und sandig, fast durchaus ungeschichtet, und hält bisweilen Zinkblende, Bleiglanz, Tremolit, Talk und Nester von fleischrothem Hornstein. Eben so findet sich im Heidelbachthale unweit Wolkenstein im Glimmerschiefer, jedoch nahe an der Gränze gegen den Gneiss, ein Dolomitlager, welches von sehr festem dichten Hornstein bedeckt wird, und schöne Drusen von Braunspath und Aragonit enthält. — Auch im Thonschiefer kommen bisweilen Dolomitlager vor, wie denn z. B. das Kalksteinlager bei Tharand in Sachsen nach Henry's Analyse richtiger als ein Dolomitlager aufzuführen ist, und nördlich davon bei Braunsdorf ein aus feinkörnigem bis dichtem, sehr hartem, röthlich- oder grünlichgrauem Dolomit bestehender Stock auftritt, welcher durchaus massig und nur ganz regellos zerklüftet ist; (Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft II, 252, 255 und Heft V, 83 f.).

Magnesit, in krystallinisch-körnigen Varietäten, ist hier und da im Schiefergebirge, in der Form von Lagern oder Lagerstöcken beobachtet worden, doch gehört er zu den selteneren Vorkommnissen.

Nach Fötterle und Stur finden sich dergleichen Magnesitlager bei Bruck, Gloggnitz, Neuberg und Triebenstein in Steiermark. Nach Sterry Hunt werden die (oben S. 131 erwähnten) Serpentinlager der Green Mountains in Canada von mächtigen Magnesitlagern begleitet, deren Gestein krystallinisch und bald mit Quarz, bald mit Feldspath und Talk, bald mit Serpentin gemengt ist. *Proceed. of the roy. Soc. vol.* 8. 1857, *p.* 425.

Gyps ist zwar überhaupt eine seltene Erscheinung im Gebiete der Urschieferformation, dennoch aber in einigen Gegenden der Alpen ganz entschieden nachgewiesen worden; so z. B. am Mocher Berge, nördlich von Winklern in Kärnthen, wo nach Credner zwischen Glimmerschiefer und Quarzschiefer ein bedeutender Gypsstock eingeschaltet ist; ganz vorzüglich aber in der Umgebung des St. Gotthardt, wo sich aus dem Canariathale bis nach Bedretto eine sehr mächtige dem Glimmerschiefer eingelagerte Gypszone verfolgen lässt, welche nach Renggers Beobachtungen ursprünglich aus Anhydrit bestanden haben muss, und erst später zu Gyps metamorphosirt worden ist (I, 761).

Der Gyps des Mocherberges ist weiss, feinkörnig bis dicht, hier und da mit Talkblättchen gemengt, aber durchaus ungeschichtet; er liegt auf grünlichweissem Glimmerschiefer, wird von Quarzschiefer bedeckt, und an seiner liegenden Gränze von Dolomitnestern begleitet, welche sich einerseits in den Gyps, anderseits in den Schiefer verzweigen. Die unmittelbar angränzenden Schieferschichten sind gekrümmt und aufgerichtet, und schmiegen sich der unregelmässigen Gränzfläche des Gypsstockes an; (Credner im Neuen Jahrb. für Min. 1850, 531). Dass der Gyps an der Südseite des St. Gotthardt dem Glimmerschiefer wirklich eingelagert ist, daran scheint nach den Beobachtungen von Lardy, Rengger und Jacquemont nicht gezweifelt werden zu können. Die Gypszone hat, einschliesslich der in ihr enthaltenen Kalklager, eine Mächtigkeit von fast 4000 Fuss; ihr Gestein ist ebenfalls weiss, feinkörnig, oft mit Talkblättchen gemengt, und alle Erscheinungen sprechen dafür, dass der Anhydrit, als der Archetypus dieses Gypses, gleichzeitig mit dem Glimmerschiefer gebildet worden ist; (Rengger, Beiträge zur Geognosie, I, 54 und weiterhin, wo die von Brochant aufgestellte Ansicht, dass dieser Gyps eine weit jüngere Bildung sei, beleuchtet und widerlegt wird).

Schliesslich gedenken wir noch des Barytes, welcher bei Neurod im Taunus als körniges und dichtes Gestein zugleich mit Quarz ein bis 5 Fuss mächtiges Lager im dasigen alten Thonschiefer bildet.

§. 288. *Erzlager im Gebiete der Urschieferformation.*

Die Urschieferformation ist reich an mancherlei Erzlagern, welche besonders in den vier vorwaltenden Gesteinen derselben, also im Glimmerschiefer, Thonschiefer, Chlorit- und Talkschiefer, aber auch innerhalb mancher ihrer untergeordneten Gesteinsablagerungen auftreten, und deren Verhältnisse an einigen Beispielen erläutert werden mögen, wie solches in ähnlicher Weise für die im Urgneisse auftretenden Erzlagerstätten geschehen ist.

Dabei haben wir denn auch hier zuvörderst die erzführenden Gesteinsschichten zu betrachten, welche zwar eingesprengte Erze, aber keine grösseren, zusammengehaltenen Erzmassen, überhaupt keine individualisirten erzführenden Lager oder Stöcke enthalten, desungeachtet aber als die eigentlichen Vorläufer oder Vorspiele dieser letzteren betrachtet werden können, denen sie auch um so näher stehen, je mehr fremdartige Mineralien sich zu den Erzen gesellen, und je mehr sich diese Mineralien und Erze an einzelnen Stellen oder Strichen concentriren. Hierher gehören also eigentlich schon

jenigen Schichten, in welchen Magneteisenerz, oder Eisenglimmer, Eisenkies, Kupferkies, Zinkblende, Bleiglanz, Arsenkies, Glanzkobalt oder Zinnerz, als accessorische Bestandtheile einigermaassen reichlich eingesprengt sind; Schichten, welche sich unmittelbar an die Fallbänder (S. 91) der Gneissformation anschliessen, die ja in der Gegend von Kongsberg und Skutterud zum Theil selbst schon als Glimmerschiefer oder als glimmerhaltige Quarzite erscheinen.

Der talkschieferähnliche Glimmerschiefer bei Ober-Rohnau am südlichen Abhange des Riesengebirges enthält nach Zobel und v. Carnall eine unermessliche Menge von Eisenkies eingesprengt, welchen das dasige Vitriolwerk verarbeitet. Am Hakelberge, zwischen Zuckmantel und Würbenthal, ist nach v. Oeynhausen ehemals auf einer mit Erzen imprägnirten, 3 bis 7 Fuss mächtigen Glimmerschieferschicht Bergbau betrieben worden; die Erze sind goldhaltiger Eisenkies, Magneteisen, Zinkblende, gold- und silberhaltiger Bleiglanz, und Arsenkies; dazu gesellen sich Hornblende, Chlorit, Serpentin, Asbest, Kalkspath, Strahlstein, Epidot und Granat, so dass diese Schicht schon mehr den Charakter eines wirklichen Lagers zu haben scheint. Bei Querbach in Schlesien ist eine drei Lachter mächtige Lage des Glimmerschiefers mit Glanzkobalt erfüllt, meist in ganz feinen, dem Auge nicht erkennbaren Theilen, während zugleich Zinkblende, Kupferkies, Eisenkies und Bleiglanz, theils derb theils eingesprengt vorkommen. Bei Giehren und Krobsdorf aber enthält dasselbe Gestein eingesprengtes Zinnerz. Der granatführende Glimmerschiefer von St. Marcel im Thale von Aosta ist so reichlich mit Kupferkies gemengt, dass seine wesentlichen Bestandtheile oft ganz zurückgedrängt werden. Bei Poschorita in der Bukowina kommt nach v. Cotta ein mächtiges Lager von quarzigem Chloritschiefer vor, welches dermaassen mit Kupferkies und Pyrit imprägnirt ist, dass es bauwürdig wird; dasselbe setzt wahrscheinlich durch die Marmarosch fort bis nach Borsa-Banya, und würde sonach eine Erstreckung von 10 Meilen haben. Neues Jahrb. für Min. 1857, S. 451. Der Glimmerschiefer von Ripa bei Pietra-Santa enthält mehre Schichten, denen sehr viel Fahlerz eingesprengt ist.

Zu den erzführenden Gesteinsschichten der Urschieferformation dürften auch die meisten **goldhaltigen Quarzitlager** zu rechnen sein, welchen das Gold gewöhnlich nur in äusserst feinen und mikroskopisch kleinen Theilen eingesprengt ist. Dergleichen goldführende Quarzitlager sind im Schiefergebirge keine ganz seltene Erscheinung; sie haben gewöhnlich eine geringe Mächtigkeit, enthalten ausser dem Golde verschiedene Schwefelmetalle, und finden sich zwar auch im Glimmerschiefer und Thonschiefer, ganz vorzüglich aber im Chloritschiefer und Talkschiefer, weshalb denn die in **diesen** Schiefern auftretenden Quarzitlager eine besondere Aufmerksamkeit verdienen.

Bei Zell im Zillerthale und bei Mosen im Rauris sind dem Thonschiefer mehre solche Quarzitlager eingeschaltet, welche höchstens eine Mächtigkeit von einigen Fuss besitzen, und deren weisses oder graues Gestein sehr fein eingesprengtes Gold nebst Eisenkies und Arsenkies enthält; auch der im Hangenden und Liegenden dieser Lager auftretende Schiefer pflegt goldhaltig zu sein, weshalb denn nach Trinkner die Masse des Zeller Lagers stellenweise bis 5 und 6 Klafter mächtig wird. Die ganz ähnlichen Lager auf dem Joche zwischen dem Zirknitz- und Fleissthale in Kärnthen liegen im Chloritschiefer, führen Gold, Eisenkies, Kupferkies, Eisenspath und Kalkspath, und sind noch bis vor kurzer Zeit bebaut worden.

In den vereinigten Staaten Nordamerikas sind dergleichen goldführende Quarzitlager besonders im Talkschiefer vieler Gegenden bekannt, und Eaton hat zuerst darauf hingewiesen, wie sich gerade die in diesem Schiefer liegenden Quarzite sehr häufig durch einen Goldgehalt auszeichnen. Man kennt sie z. B. nach Hitchcock in Vermont bei Somerset, und nach Emmons in Maryland, wo die Lager gewöhnlich nur einige Zoll bis drei Fuss, selten viele Fuss mächtig vorkommen. Vorzügliche Wichtigkeit erlangen sie in Virginia, Nord- und Südcarolina und Georgia, wo sie sich theils im Talkschiefer theils im Glimmerschiefer vorfinden. Silliman erklärt ausdrücklich, dass es Quarzitlager und nicht Quarzgänge sind, in denen in Virginien das Gold vorkommt, welches übrigens auch das Nebengestein mehr oder weniger zu imprägniren pflegt. Der Quarzit ist dicht oder körnig, bisweilen poros, hält ausser dem Golde häufig Eisenkies, auch wohl Kupferkies, Zinkblende, Bleiglanz, Glanzeisenerz, und ist oft, in Folge der Zersetzung der Kiese, gelb oder braun gefärbt; die gewöhnliche Mächtigkeit der Lager pflegt auch dort ein bis drei Fuss zu betragen. Neuere Mittheilungen über diese goldführenden Quarzitlager der Appalachischen Region der genannten Staaten gab Whitney, in *The Metallic Wealth of the United States, Philad.* 1854, *p.* 114 ff.

Es scheint sogar, dass ein Theil des in neuerer Zeit so berühmt gewordenen Californischen Waschgoldes ursprünglich auf ähnlichen Lagern im Talkschiefer vorkommt. Dana bemerkt, dass in Obercalifornien, in den Shasty-Bergen, am Sacramento und bei S. Francisco das Vorwalten des Talkschiefers sehr auffallend sei; dieser Schiefer halte Gänge oder Lager (*veins or beds*) von Quarz, in welchen das Gold theils in kaum sichtbaren Theilen, theils in Körnern, Blättchen, Blechen, Adern und Klumpen enthalten sei; der Quarz ist gewöhnlich etwas zellig, hält oft Eisenkies, bisweilen auch Bleiglanz; (*The Amer. Journ. of sc.* 2. *ser. VI,* 1848, *p.* 261). Auch Whitney ist der Ansicht, dass das Gold in der Sierra Nevada ursprünglich in Quarziten vorkommt, welche Lager im dortigen Schiefer bilden, doch seien diese Lager viel mächtiger und wahrscheinlich viel reicher, als in der Appalachischen Region; a. a. O. S. 141. Dass jedoch ein grosser Theil des Californischen Goldes von wirklichen Quarzgängen stammt, diess ist gar nicht zu bezweifeln.

Bei der Beschreibung der Kalksteinlager wurde schon des Umstandes gedacht, dass solche sehr häufig mit Brauneisenerzen vergesellschaftet sind. Dieselben Erze finden sich aber auch bisweilen unabhängig von Kalkstein als selbständige Einlagerungen im Schiefer.

Der Glimmerschiefer bei Scheibenberg in Sachsen enthält ein Lager von Brauneisenerz, welches auf der Grube Vater-Abraham abgebaut wird. Bei Bourbon in der Vendée findet sich nach Dufrénoy in demselben Gesteine ein mehre Stunden langer Lagerzug von kieseligem Brauneisenerz, und im südlichen Ural kommen nach G. Rose vielorts grosse Ablagerungen von Brauneisenerz vor, welche die Eisenhüttenwerke bei Kussa und an der Tesma versorgen. — Der Thonschiefer der Gegend von Zelesznik und von Bethler in Ungarn ist nach Beudant nicht nur sehr reichlich mit Eisenoxydhydrat geschwängert, sondern umschliesst auch viele Lagen, lenticulare Nester und förmliche Lager von Brauneisenerz, daher ihn Beudant als *schiste argileux ferrugineux* aufführt.

Auch Lager von Glanzeisenerz, Rotheisenerz und Magneteisenerz finden sich hier und da im Urschiefergebirge, und zeigen bisweilen eine ähnliche vielfältige Zusammensetzung, wie die gleichnamigen im Gneisse auftretenden Lager, indem sich eine Menge Silicate und mancherlei andere Erze

eich mit dem vorwaltenden Erze einfinden, nach welchem diese Lagerstät-
benannt zu werden pflegen.

So kommen z. B. im Talk-Glimmerschiefer des Banats sehr mächtige Magnet-
isenerzlager vor, wie denn auch die grösseren Chlorit- und Talkschieferzonen
derer Gegenden nicht selten Stöcke und Lager dieses Erzes beherbergen. In
chsen finden sich bei Ehrenfriedersdorf im Glimmerschiefer ein paar Magnet-
enerzlager, von denen das grössere, bei geringer Mächtigkeit, eine ziemlich be-
utende Längenausdehnung besitzt; beide bestehen aus Magneteisenerz, Granat
d Strahlstein, zu welchen sich noch einige Kiese gesellen; das hangende und
gende Nebengestein ist oft mit denselben Mineralien erfüllt, daher wohl an der
eichzeitigkeit der Bildung nicht zu zweifeln ist. Im nordöstlichen Thonschiefer-
tricte des Erzgebirges, bei Berggiesshübel, umschliessen die dasigen dickschie-
gen, sehr harten und schwer zersprengbaren, überhaupt ganz eigenthüm-
en Schiefergesteine viele und z. Th. mächtige Lager, welche aus Kalkstein,
nat und Magneteisenerz mit Strahlstein, Pistazit, Baryt, Zinkblende, Kupfer-
en und mancherlei anderen Mineralien bestehen; indessen ist neulich die lager-
e Natur dieser Lagerstätten in Zweifel gezogen worden; Vogelgesang in Neuem
rb. für Min. 1854, S. 843. — Bei Collobrières, zwischen Fréjus und Hyères,
men im Glimmerschiefer mächtige Lagerstöcke und Lager vor, welche aus
neteisenerz, braunrothem Granat und faserigem, asbestähnlichem Eisensilicat
tehen; nach Coquand und Gruner, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *III*, 305 und
657. — Das Schlesisch-Mährische Thonschiefergebirge ist nach Glocker reich
Lagern von Magneteisenerz und schiefrigem Eisenglanz.

Glanzeisenerz und Rotheisenerz nebst Hornblende u. a. Mineralien bil-
z. B. nach Beudant Lager im Glimmerschiefer Ungarns bei Prakendorf zwi-
en Einsiedel und Göllnitz; dieselben Erze treten nach v. Oeynhausen im Glim-
chiefer Oberschlesiens, am südlichen Abfalle des Altvaters, in den Thälern
Oppa und Mora bei Bergstadt, Eisenberg, Klein Mora und Würbenthal in vie-
Lagern auf; sie sind meist mit etwas Magneteisenerz verbunden, und die bald
ge, bald hornblendschiefer- oder chloritschieferähnliche Hauptmasse dieser
er führt noch, ausser den genannten Erzen, Eisenkies, Zinkblende, Bleiglanz,
spath, Kalkspath, Strahlstein, Pistazit und Granat. Auch bei Kailendorf
uernig giebt es Rotheisensteinlager im Glimmerschiefer. — Zu diesen Lager-
n lassen sich auch die berühmten und zum Theil colossalen Glanzeisenerz-
e der Insel Elba, welche alle im Glimmerschiefer liegen, sowie die weit
tzenden Lager von Eisenglimmerschiefer und die Stöcke von Itabirit
649) rechnen, welche in dem Urschiefergebirge Brasiliens eine so wichtige
spielen, und bereits oben gelegentlich erwähnt worden sind.

Hier dürften auch die in Sachsen, in der Gegend von Schwarzenberg und
brunn, dem Glimmerschiefer untergeordneten Lagerstätten zu erwäh-
sein, deren Hauptmasse theils grünsteinartig, theils kalksteinartig
ährend sie sich ausserdem durch einen merkwürdigen Reichthum und
grosse Manchfaltigkeit von Mineralien und armen Erzen auszeichnen.
he Lagerstätten finden sich auch in anderen Glimmerschiefergebieten,
z. B. in Schlesien und auf der Insel Elba*).

---

*) Es muss jedoch bemerkt werden, dass der Glimmerschiefer der Insel Elba von vie-
gen für metamorphosirten Macigno erklärt und mit mancherlei anderen Gesteinen
(von Targioni-Tozzetti zuerst gebrauchten) Namen Verrucano zusammengefasst
ter diese und ähnliche, besonders durch Savi seit dem Jahre 1833 hervorgerufene

Die sogenannten Lager des Breitenbrunner Lagerzuges bestehen grossentheils nach oben aus einem Gemenge von Hornstein, Hornblende, Strahlstein und Chlorit, nach unten hauptsächlich aus Magneteisenerz, Magnetkies, Eisenkies, Kupferkies, Arsenkies und Blende, zu welchen sich Granat, Vesuvian, Kalkspath Braunspath, Flussspath, Apatit, verschiedene Varietäten von Pyroxen, Pistazit, Turmalin, Axinit, Glimmer, Talk und Zinnerz gesellen; ähnliche Lager werden auf den Gruben Sechs-Brüder, Fridolin und am Graul bebaut. Ein zweites System der dortigen Lager ist dadurch ausgezeichnet, dass sie zugleich von Kalkstein oder Dolomit begleitet werden; dahin gehört z. B. die Lagergruppe von Unverhofft-Glück, deren Lager in ihrer oberen Etage eine ähnliche polygene Zusammensetzung aus Erzen und Silicaten zeigen, während die untere mächtigere Etage von Kalkstein oder Dolomit gebildet wird, welche merkwürdigerweise zuweilen Bruchstücke des Erzlagers enthalten oder auch ihre Lagerungsstelle vertauschen, indem sie im Hangenden, statt im Liegenden des Erzlagers auftreten, wie diess z. B. auf den Gruben Weisser-Adler und Neue-Silberhoffnung bei Grosspöhl[illegible] der Fall ist. Cotta macht auf diese und mehre andere Erscheinungen aufmerksam welche diese Lager möglicherweise in die Kategorie der Lagergänge verweisen dürften. (Man vergleiche Cotta's Mittheilungen über diese Gebilde, in Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft II, S. 219 ff. und G. Bischof's Versuche zu einer Erklärung ihrer Bildungsweise, im Lehrb. der chem. Geol. II, S. 954 ff.*) — Sehr ähnliche aus Silicaten und Erzen vielfältig zusammengesetzte Lagerstätten kennt man auch in Schlesien bei Rudelstadt und Kupferberg, an welchem letzteren Orte die Erze besonders aus Eisenkies, Zinkblende, Kupferkies und Buntkupferkies bestehen; auch von ihnen hat man lange geglaubt, dass sie nicht als Erzlager, sondern als gangartige Bildungen zu betrachten seien. (Leopold v. Buch, Geognost. Beobb. auf Reisen etc. I, 52 ff.) — Auf der Insel Elba liegt südlich von Rio ein mächtiges Lager im Glimmerschiefer, welches hauptsächlich aus Strahlstein besteht, in welchem Lièvrit, Hornblende, Eisenkies, Arsenkies u. a. Mineralien vorkommen; das unmittelbare Liegende des Lagers ist körniger Kalkstein.

Endlich treten auch im Gebiete der Urschieferformation solche Lager auf,

---

Ansichten sprach sich Coquand folgendermaassen aus: *Ebloui par la théorie séduisante du métamorphisme les auteurs en ont outré les effets au point, de confondre et d'englober dans une seule et même formation quatre formations géologiques distinctes. Bull. de la soc. géol. 2. série* p. 156. In den betreffenden Gesteinen auf Elba vermochte ich nur primitive und primäre Schiefer zu erkennen; von Porto Longone gegen Porto Ferrajo hin überschreitet man Glimmerschiefer, etwas Gneiss, abermals Glimmerschiefer mit körnigem Kalkstein, Fruchtschiefer, bis man zuletzt, an der Westseite des Monte Fabrello, glimmerhaltigen Quarzschiefer erreicht; der Macigno breitet sich ganz unverändert über und neben diesen Gesteinen aus.

*) Bischof nimmt an, der Breitenbrunner Lagerzug habe ursprünglich aus Diorit bestanden, welcher durch die zersetzende Wirkung der, ihn seit undenklichen Zeiten imprägnirenden Gewässer zu der jetzigen polygenen Lagermasse umgebildet worden sei; auf ähnliche Weise erklärt er die Bildung des Lagers von Unverhofft Glück. Wenn er schliesslich an Diejenigen, welche diese möglichen Vorgänge nicht unbedingt als die wirkliche Genesis anerkennen wollen, die Frage richtet, wie sie sich denn die Bildung dieser merkwürdigen Lagerstätten erklären, so gestehen wir, vor der Hand noch auf eine Erklärung dieser und vieler anderer Erscheinungen verzichten zu müssen, weil wir noch viel zu wenig in die geheimnissvollen Werkstätten der Natur eingedrungen sind, um den wahren *modus operandi* überall erschliessen zu können. Die Sucht, Alles erklären zu wollen, das vorzeitige Streben, auch über die Genesis der Dinge abzuurtheilen, hat die Geognosie so häufig auf Abwege geführt, dass man sich in dieser Hinsicht zu immer grösserer Vorsicht und Enthaltsamkeit gemahnt finden sollte.

welche vorzugsweise durch **Bleiglanz**, **Kupferkies** oder **Mercurerze** ausgezeichnet sind, obwohl zugleich mit diesen auch noch mancherlei andere Erze, sowie verschiedene Silicate, Haloide u. a. Mineralien zu ihrer Zusammensetzung beitragen.

Bei Bergstadt in Oberschlesien findet sich nach v. Oeynhausen im Glimmerschiefer ein Lager von silberhaltigem **Bleiglanz**, auf welchem ehemals bedeutender Bergbau betrieben worden ist; so auch nach Leopold v. Buch bei Merzberg in Landeck, wo das Lager aus einem Gemenge von kleinkörnigem Bleiglanz, Kupferkies, gelber Zinkblende und Quarz besteht. Nach Pernolet liegt bei Carthagena in Spanien zwischen Porphyr und Glimmerschiefer ein weit fortsetzendes Lager eines ..ünlichweissen geschichteten Gesteins, welches reich an silberhaltigem Bleiglanz, Eisenkies und Zinkblende, und schon von den Carthagern und Römern bebaut worden ist. Bei Kirlibaba, unweit Jacobeni in der Bukowina, liegt ein mächtiger Erzstock im Glimmerschiefer, welcher hauptsächlich Bleiglanz und Eisenspath führt. Kieslager, welche besonders Eisenkies, Kupferkies und Zinkblende führen, ..nd ehemals im Glimmerschiefer der Gegend von Elterlein und Geyer in Sachsen bebaut worden. Der grosse Kiesstock von Agordo in den Venetianer Alpen ist nach W. Fuchs einem an Quarzlagern sehr reichen Thonschiefer eingelagert, dessen ..stein in der Umgebung des Erzstockes mit Graphit oder Hornblende erfüllt ist, ..gleich ein weisser quarziger Talkschiefer nicht nur die unmittelbare Umhüllung ..r Erzmasse bildet, sondern auch solche vielfach in gangähnlichen Schalen durch..ht. Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende sind die hauptsächlichen Bestandtheile dieses durch seine vielen Spiegelflächen (I, 487) merkwürdigen Erz..ckes, dessen Kiese übrigens auch schon in den umgebenden Schiefern mehr ..er weniger reichlich eingesprengt sind. (Fuchs, die Venetianer Alpen, S. 3, und Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten, S. 14 f.) Die Kupfererzlagerstätten ..n Schmöllnitz, Göllnitz, Libethen und Rosenau in Ungarn liegen sämmtlich im ..mmerschiefer. Im mittleren Norwegen, bei Röraas, Indset u. a. O. sind eben .. dem Thonschiefer, besonders aber den dort so verbreiteten grünen Schiefern ..hre Kieslager untergeordnet. Die Lager bei Röraas sind 1 bis 14 Fuss mächtig, ..stehen aber gewöhnlich aus vielen kleinen, neben einander liegenden Stöcken, .. wiederum aus noch kleineren Nieren zusammengesetzt sind, welche alle durch ..ntschieferschalen von einander abgesondert werden. Kupferkies und Eisenkies ..d die vorwaltenden Erze, zu denen sich hin und wieder Magnetkies und Zink..de gesellen, während Chlorit, brauner Glimmer, Quarz, Granat, Strahlstein, Asbest als Begleiter der Erze auftreten. (Hausmann, Reise durch Scandinavien, V, 168 f.)

Bei Szlana im Gömörer Comitate umschliesst der Glimmerschiefer sehr ausge..nte Lenticularstöcke, auf welchen gediegenes Merkur, Zinnober, mit Fahlerz, ..schiedenen Kiesen und Baryt einbrechen. Auch die Zinnober-Lagerstätten von ..gliani und Basati unweit Serravezza dürften dem Urschiefergebirge angehören.

§. 289. *Lagerung und Architektur der Urschieferformation.*

Die Urschieferformation, als ein Ganzes betrachtet, lässt besonders **zwei** .. Hauptglieder unterscheiden, welche wesentlich durch Glimmerschiefer .. Thonschiefer repräsentirt werden, obwohl der letztere in manchen Gegen.. durch Chloritschiefer und Talkschiefer vertreten wird.

Für die Lagerungsfolge dieser beiden Hauptglieder gilt das schon von ..er aufgestellte Gesetz, dass der Glimmerschiefer die **untere**, der Thon-

schiefer oder dessen Vertreter die obere Etage der Urschieferformation bildet. Dieses Gesetz bestätigt sich wenigstens bei einem allgemeinen Ueberblicke, sobald man die Verhältnisse der genannten Gesteine in ihren ausgedehnteren Ablagerungen berücksichtigt, und sich weder durch untergeordnete Einlagerungen, noch durch die zuweilen vorkommenden Wiederholungen und Wechsellagerungen irre machen lässt. Da nun der Glimmerschiefer in denjenigen Gegenden, wo die primitiven Formationen in ihrer ganzen Vollständigkeit zu Tage austreten, vom Gneiss getragen wird, so stellt sich in der Architektur dieser ältesten Formationen eine dreigliederige Zusammensetzung aus Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer in der hier genannten Aufeinanderfolge als das gewöhnliche und herrschende Gesetz heraus; weshalb auch vorgeschlagen worden ist, diese drei ältesten Glieder der Erdkruste unter dem Namen der primitiven Trias zu vereinigen*).

Wenn wir also auch bisweilen im Glimmerschiefer oder Thonschiefer Einlagerungen von Gneiss, wenn wir im Thonschiefer Einlagerungen von Glimmerschiefer beobachten, so werden wir doch in jedem grösseren Urgebirgsdistricte die alte Wernersche Regel mehr oder weniger bestätigt finden. Dabei dürfen wir jedoch den Umstand nicht ausser Acht lassen, dass in manchen Regionen das eine oder das andere dieser drei Hauptglieder fehlt, und daher nur zwei Glieder der Reihe vorhanden sind, welche sich aber dann gleichfalls in der angegebenen Lagerungsfolge über einander finden.

Wir finden z. B. diese Lagerungsfolge im Erzgebirge, Fichtelgebirge und Böhmerwaldgebirge, wo der Thonschiefer vom Glimmerschiefer unterteuft wird, während sich beide zuletzt an Gneiss oder Granit anlehnen. In den Sudeten und im Riesengebirge erfüllt sich nach den Beobachtungen von Leopold v. Buch, Carl v. Raumer, v. Oeynhausen, Zobel und v. Carnall und Albin Heinrich dasselbe allgemeine Gesetz der Lagerungsfolge; eben so nach Boué, Macculloch und Necker-de-Saussure in Schottland, wo jedoch der Thonschiefer grossentheils durch Chloritschiefer vertreten wird; in Irland zeigt nach Weawer die Urgebirgskette, welche sich von Dublin nach Waterford zieht, in Sicilien nach Hoffmann die Peloritanische Gebirgskette dieselben Verhältnisse. In Norwegen wiederholen sie sich gleichfalls, und in Ungarn lassen nach Beudant alle Urgebirgsdistricte den Thonschiefer als das oberste, den Glimmerschiefer als das mittlere, und den Gneiss als das unterste unmittelbar dem Granite angelagerte Glied erkennen. Und so liessen sich noch viele andere Beispiele als Beweise dafür anführen, dass diese Lagerungsfolge die herrschende ist.

Welcher Ansicht wir also auch über die Bildungsweise dieser Gesteine huldigen mögen, jedenfalls werden wir in der Richtung von unten nach oben die Reihenfolge Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer so lange als den Ausdruck der gesetzlichen relativen Lagerung dieser drei Hauptglieder der primitiven Formationen anzuerkennen haben, bis etwa eine vollständigere Induction die Unzulässigkeit dieses Gesetzes darthun sollte, was wohl kaum zu erwarten ist, weil die Summe derjenigen Beobachtungen schon sehr gross ist, welche für die Gesetzmässigkeit jener Lagerungsfolge zeugen.

Die Architektur der Urschieferformation ist immer ausgezeichnet durch

*) Hochstetter, im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, 1855, S. 751.

eine sehr deutliche Schichtung, mit welcher die Schieferung in der Regel vollkommen übereinstimmt; nur aus einigen Thonschiefergebieten (wie z. B. aus den Ardennen) sind aufallende Ausnahmen von dieser Regel bekannt worden. Die Schichten haben gewöhnlich eine mehr oder weniger steile Stellung, und bilden theils parallele, theils antikline oder synkline, so wie im letzteren Falle nicht selten fächerförmige oder giebelförmige (umgekehrt fächerförmige) Zonen. Die in der Axe dieser fächerförmigen und giebelförmigen Zonen hinlaufenden verticalen Schichtensysteme bestehen zuweilen aus besonderen, d. h. aus solchen Gesteinen, welche von denen zu beiden Seiten auftretenden Gesteinen specifisch verschieden sind; so treten z. B. mitunter Quarzite oder Amphibolite als die mittleren oder centralen Theile von dergleichen Zonen auf, welche zu beiden Seiten von Glimmerschiefer oder Thonschiefer gebildet werden.

In der allgemeinen Architektur der Urschieferformation geben sich mancherlei sehr verschiedene Formen zu erkennen, da solche wesentlich durch die Verhältnisse der unterliegenden Gneissformation, oder durch hervortretende eruptive Granitablagerungen, oder auch durch Erhebungen von Gebirgsketten bestimmt worden sind. Sehr häufig ist der im Liegenden der Urschieferformation vorauszusetzende Gneiss gar nicht bis an die Erdoberfläche heraufgedrängt worden; in solchen Fällen pflegt sie sich an granitische Massen anzulehnen, oder doch von solchen stellenweise oder strichweise durchbrochen zu sein. Ihre Schichten bilden dann entweder mantelförmige Schichtensysteme, oder sie fallen nur nach gewissen Richtungen vom Granite weg, während sie sich nach anderen Richtungen an ihm abstossen. In der unmittelbaren Umgebung solcher Granitmassen erscheinen gewöhnlich die metamorphischen Varietäten der Schiefer, theils als gneissähnliche Gesteine, theils als Fleckschiefer, Chiastolithschiefer, Cornubianit u. s. w.

Eine beachtenswerthe Erscheinung ist es, dass die Schiefer bisweilen in der Nachbarschaft der Granite ein sehr geringes Fallen besitzen, während solches in grösseren Entfernungen immer bedeutender wird, bis zuletzt eine sehr steile Stellung der Schichten eintritt.

Die Urschieferformation nimmt auch zuweilen an jenem merkwürdigen Felsenbaue Theil, welcher oben S. 103 für gewisse grössere Gneissregionen nachgewiesen worden ist; wie z. B. nach v. Eschwege in Brasilien und nach Keilhau in einigen Gegenden Norwegens. Ueberhaupt aber pflegt da, wo die Gneissformation, als das eigentliche Liegende der Urschieferformation, neben derselben zu Tage austritt, ein sehr inniges Anschliessen der einen Formation an die andere durch Gesteinsübergänge oder Wechsellagerung und durch völlig concordante Lagerung Statt zu finden, wobei der Glimmerschiefer als das eigentliche vermittelnde Glied zwischen dem Gneisse und den übrigen Schiefern hervortritt. Wo daher der Gneiss als ein kuppelförmiges Schichtensystem zu Tage austritt, da pflegt er von der Urschieferformation in mantelförmiger Umlagerung (I,892) umgeben zu werden, wobei ihre Schichten insgesammt vom Gneisse weg, also von innen nach aussen fallen.

In einem solchen Falle können jedoch mancherlei Anomalieen vorkommen. Da nämlich das Hervortreten solcher kuppelförmiger Gneissgebäude wohl nicht als eine ursprünglich in dieser Form ausgebildete, sondern vielmehr als eine durch spätere gewaltsame Emportreibungen der tieferen Erdkruste bewirkte Erscheinung zu betrachten sein dürfte, so kann stellenweise das ganze, aus Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer bestehende Schichtensystem gleichmässig und in stetigem Zusammenhange aufwärts gedrängt worden sein, während an anderen Stellen die tieferen Massen durch die oberen heraufgeschoben wurden, so dass z. B dasselbe Gneissgebiet, welches auf der einen Seite regelmässig vom Glimmerschiefer bedeckt wird, auf einer anderen Seite unmittelbar an den Thonschiefer angränzen kann, dessen Schichten jedoch durch die Statt gefundene Bewegung gleichsam aufwärts geschleift und in eine mehr oder weniger steile Lage versetzt worden sind. Diess ist z. B. der Fall mit dem Erzgebirgischen Gneissterrain, welches auf der Nordwest- und Südwestseite von Glimmerschiefer, auf der Nordostseite fast unmittelbar von Thonschiefer begränzt wird. Dabei findet an der nordwestlichen Gränze die Merkwürdigkeit Statt, dass der Glimmerschiefer, welcher im Allgemeinen stets dem Gneisse aufliegt, in der Linie von Marbach bis zum Adlerstein bei Lengefeld, also auf etwa anderthalb Meilen Länge, den Gneiss zu unterteufen scheint.

Das Gegentheil der mantelförmigen Umlagerung, nämlich die bassinförmige Einlagerung (I, 892) der Urschieferformation in der Urgneissformation ist wohl eine weit seltener vorkommende Erscheinung; doch sind z. B in Norwegen unzweifelhafte Fälle derselben beobachtet worden.

Ein sehr merkwürdiges Beispiel liefert das, durch seine sehr vorwaltenden Quarzitzonen und durch seine zahlreichen Gneiss-Einlagerungen ausgezeichnete Schieferterritorium von Gonstafjeld in Norwegen, welches, bei einer Ausdehnung von 22 Meilen Länge und 8 Meilen Breite, ringsum vom Gneisse umgeben ist, dessen Schichten ihm zufallen, während die Schichten der Schieferformation gleichfalls im Allgemeinen ein esoklines Fallen zeigen. Ueberall schliesst sich dieses Schiefergebiet an den umgebenden Gneiss an, durch Gesteinsübergänge, wie durch concordante Lagerung, so dass es gleichsam eine trichterförmige Vertiefung der Urgneissformation ausfüllt; (Keilhau, in *Gäa Norvegica I*, 439).

Ein ähnliches Anschliessen der Urschieferformation an die Urgneissformation findet, wenn auch nur mit halbmuldenförmiger Lagerung, für einen Theil jenes weit ausgedehnten Schieferterritoriums Statt, welches weiter nördlich mitten im Herzen Norwegens auftritt, und das Piedestal für die höchsten Gipfel der Scandinavischen Halbinsel, für die Felshörner von Jötunfjeld liefert*). Vom Suultind am Filefjeld über Fortun nach Vaage bildet nämlich die Gränze dieses Schiefergebietes gegen den westlich vorliegenden Gneiss einen nach Westen ausspringenden Bogen, eine sehr grosse Muldenbucht (I, 886), in deren Innerem die Dioritkuppen Jötunfjelds aufragen. Das, diese Grünsteinbildung unterteufende Schiefergebirge besteht aus Thonschiefer, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Quarzschiefer, Hornblendschiefer und Gneiss, und liegt durchaus gleichförmig, oder, da das Fallen steil von 30 bis 80° einwärts zu sein pflegt, stützt sich durchaus gleichförmig an die Schichten des Urgneisses; dabei findet ein so allmäliges Anschliessen durch Gesteinsübergänge und Wechsellagerung Statt, dass eine scharfe Gränze unmö[illegible]

*) Nach Vibe's Zusammenstellung von Höhenmessungen in Norwegen ragt der G[illegible] von Ymesfjeld, zwischen der Leera- und Visa-Elv, 8800 Rheinländische oder 8022 Pariser Fuss über dem Meeresspiegel auf. *Gäa Norvegica I*, 182.

lich gezogen werden kann. (Keilhau, a. a. O. 398 f.) Die Erscheinung ist deshalb äusserst wichtig und interessant, weil nach Keilhau's Darstellungen dasselbe Schieferterritorium an anderen Puncten dem Urgneisse discordant, nördlich vom Mjösensee aber sogar der Silurischen-Formation concordant aufgelagert sein soll, weshalb man fast glauben möchte, das dort mehre, in ihren Gesteinen sehr ähnliche, aber der Zeit nach verschiedene Schieferformationen an einander gränzen.

Nicht selten ist das Lagerungsverhältniss der Urschieferformation gegen den Urgneiss dergestalt beschaffen, dass der letztere ein sehr mächtiges und mehr oder weniger langgestrecktes giebelförmiges (umgekehrt fächerförmiges) Schichtensystem bildet, an dessen beide Flügel sich die Urschieferformation in völlig concordanter Lagerung anlehnt. Diese Architektur ist bisweilen sehr symmetrisch, gewöhnlich aber in der Weise ausgebildet, dass die Schiefergesteine zu beiden Seiten sehr mächtige parallele, oder auch nach aussen hin allmälig immer flacher fallende Schichtensysteme bilden. Dass eine gewisse Aehnlichkeit zwischen diesem giebelförmigen Schichtenbau und jenem mächtigen parallelzonigen Schichtenbaue der Urgneissformation obwaltet, diess ist nicht zu läugnen. Desungeachtet dürfte insofern eine wesentliche Verschiedenheit obwalten, wiefern die Schieferzonen zu beiden Seiten eines solchen giebelförmigen Systems als wirklich erhobene oder aufgerichtete Schichtensysteme betrachtet werden müssen, was von den steilen parallelzonigen Schichtengebäuden der Urgneissformation noch keinesweges erwiesen ist, während es für jene Zonen dadurch bewiesen wird, dass sich gar nicht selten nach aussen hin unzweifelhafte sedimentäre Schichtensysteme von [illegible]her Stellung an sie anschliessen.

Die erwähnte Lagerung ist z. B. in verschiedenen Gegenden der Alpen nachgewiesen worden; so unter anderen von Credner sehr ausgezeichnet in den Salzburger und Oberkärnthener Alpen. In diesem Theile der Central-Alpen breitet sich mit ostwestlicher Längenerstreckung eine aus Granitgneiss zusammengesetzte Centralmasse aus, für welche ein grobflaseriges Gemeng von weissem Orthoklas, von Quarz und von wenigem, theils silberweissem, theils dunkelbraunem Glimmer, nebst etwas gelbem Titanit, bezeichnend ist. Ihr lagern sich, auf der Nord- wie auf der Südseite, krystallinische Schiefer in mächtiger Entwickelung an, welche beiderseits drei Hauptgruppen unterscheiden lassen, von denen die untere durch Glimmerschiefer und Kalkglimmerschiefer, die mittlere durch Chlorit- und Talkschiefer, die obere durch Glimmerthonschiefer und Kalkthonschiefer charakterisirt wird. Diese krystallinischen Schiefer zeigen, eben so wie die zunächst in ihrem Liegenden auftretenden Gneissschichten, auf der Nordseite steiles nördliches, auf der Südseite steiles südliches Einfallen, während die Gneissschichten in der Axe des ganzen Systems vertical stehen, so dass in dem ganzen Profile der Tauernkette, von Winklern bis nach Lend, ein vollkommenes giebelförmiges Schichtensystem vorliegt.

Zum Schlusse dieser Betrachtungen müssen wir noch auf einige Erscheinungen aufmerksam machen, welche hier und da, als seltene Ausnahmen von der Regel, im Gebiete der Urschieferformation beobachtet worden sind.

Wie in der Urgneissformation, so finden wir nämlich auch im Gebiete der Schieferformation im Allgemeinen die Regel in Erfüllung gebracht, dass sich

alle Schichten derselben in völlig concordanter Lagerung befinden. Dass aber Ausnahmen von dieser Regel vorkommen können, diess darf uns wohl nicht befremden, wenn wir bedenken, wie diese ältesten Fundamente jenes Gebäudes, welches uns in der äusseren Erdkruste vorliegt, im Laufe der Zeiten gar manchen Convulsionen und Dislocationen unterworfen gewesen sind, bei welchen einzelne Theile dieses Gebäudes gegen einander verschoben und aus ihrer ursprünglichen Lage gerückt werden mussten. Daher mögen wohl auch locale Discordanzen der Lagerung häufiger existiren, als sie bis jetzt beobachtet worden sind.

Keilhau berichtet, dass auf Filefjeld in Norwegen, westlich vom Sunltind, zwei Schichtensysteme des glimmerschieferähnlichen Thonschiefers in discordanter Lagerung an einander stossen; das untere System hat horizontale, das obere stark geneigte Schichten. An einer Stelle zwischen Hallingdal und Urland sah er fast horizontal geschichteten Gneiss über Thonschiefer, dessen Schichten 30 bis 40° einfallen; und ähnliche Erscheinungen wurden an einigen anderen Orten beobachtet; (*Gäa Norvegica, I*, 390).

Es ist oben S. 107 des Vorkommens von Gneissgängen im Gneisse als einer seltenen Erscheinung gedacht worden; noch seltener dürften Gänge oder gangartige Vorkommnisse von schiefrigen Gesteinen der Urformation sein. Credner hat uns neulich ein paar sehr merkwürdige Fälle der Art aus Oberkärnthen kennen gelehrt.

Auf der Höhe des Fahlkofels bei Lengholz im Drauthale sah er einen bis 3 Fuss mächtigen Gang von Glimmerschiefer, welcher, 55 bis 60° in Nordost fallend, die nur 15° in Nord geneigten Schichten des Glimmerschiefers unter bedeutendem Winkel durchschneidet. Seine Schieferung ist der Gangebene parallel, und sein Gestein weicht nur unbedeutend von dem Nebengesteine ab; ein schwarzer, mürber, mit Bleiglanz und Eisenkies erfüllter Schieferthon bildet Salbänder oder Bestege zu beiden Seiten des Ganges. Einen ähnlichen, 3 bis 4 Fuss mächtigen Glimmerschiefergang fand er im Glimmerschiefer oberhalb Schwaig bei Spital; der Gang fällt 60° in Süd, während der äussere Schiefer 25° in Südwest einschiesst; im Liegenden ist der Ganglimmerschiefer ungefähr 1 Fuss mächtig mit Magnetkies erfüllt.

§. 290. *Theoretische Ansichten über die Bildung der primitiven Formationen.*

Nach der Schilderung der Urgneissformation und Urschieferformation müssen wir doch einiger der Ansichten gedenken, welche über die Bildungsweise dieser merkwürdigen Formationen und der kryptogenen Gesteine überhaupt aufgestellt worden sind.

Die Parallelstructur und die Schichtung des Gneisses, des Glimmerschiefers u. s. w. haben von jeher die Meinung veranlasst, dass das Wasser irgendwie einen Antheil an der Bildung dieser Gesteine gehabt haben müsse. Werner und andere Geologen glaubten diese Mitwirkung des Wassers sogar der Weise auffassen zu können, dass jene Gesteine als krystallinische Sedimente aus dem Wasser des ältesten Oceans abgesetzt worden seien. Weil jedoch die mineralische Zusammensetzung des Gneisses und vieler anderer Ge

steine mit dieser Ansicht nicht wohl verträglich erschien, so suchte man die sedimentäre Entstehung derselben auch auf eine etwas andere Weise geltend zu machen. So erklärte z. B. von Beroldingen den Gneiss für **regenerirten Granit**, d. h. für ein aus zusammengeschwemmtem granitischem Sande entstandenes Gestein, in welchem die Glimmerschuppen zwischen den Feldspathkörnern und Quarzkörnern zu einer parallelen Ablagerung gelangt seien. Dieselbe Ansicht ist auch später von Boué (*Essai géol. sur l'Ecosse, p.* 455) ausgesprochen, aber weiterhin wieder verlassen worden.

Auch sprach sich schon Saussüre ganz entschieden gegen v. Beroldingen aus. Indem er berichtet, dass der Montrosa von seinem Fusse bis zum Gipfel aus Gneiss und verwandten Gesteinen bestehe, sagt er: *on ne dira donc plus, que les granits veinés, les gneiss et les autres roches de ce genre ne sont que les débris des granits, rassemblés et agglutinés au pied des hautes montagnes*; (*Voy. dans les Alpes*, §. 2139). Ja, in einer Anmerkung zu §. 2143 tritt der, in der Beurtheilung und Widerlegung anderer Meinungen immer so mild und schonend verfahrende Saussüre recht streng gegen Beroldingen's Gneisstheorie auf*).

Einigermaassen verwandt mit dieser älteren Ansicht Beroldingen's ist die …n Dana ausgesprochene Vermuthung, dass der Gneiss und der Glimmer…hiefer wohl in ähnlichen Beziehungen zu den Graniten zu denken sind, wie …e Basalttuffe zu den Basalten, wie die vulcanischen Tuffe zu den Laven, in…m das Material jener Gesteine vor und während der Granit-Eruptionen in …r Form von sandähnlichen Auswürflingen zu Tage gefördert, und durch die …nwirkung glühendheissen Wassers zu Gneiss und Glimmerschiefer umgebil… worden sei; (*The Amer. Journ. of sc. vol.* 45, 1843, *p.* 127).

Der vollkommene und durchaus krystallinische Habitus des Gneisses ist aber mit dieser Idee eben so unvereinbar, wie die ungeheuere Ausdehnung, welche die Gneissformation in so vielen Gegenden gewinnt, wie die Architektur dieser grossen Gneissterritorien, und wie die gänzliche Unabhängigkeit ihres Vorkommens von grösseren Granitablagerungen.

In gewisser Hinsicht lässt sich auch die später so einflussreich gewordene Theorie von Hutton mit jener v. Beroldingen's vergleichen, da dieser berühmte …hottische Geolog in seinem Werke *Theory of the earth* (1795) sehr ausführlich …beweisen versuchte, dass die sämmtlichen sogenannten primitiven Gesteine …dem, auf dem Meeresgrunde abgesetzten **Detritus** älterer, präexistiren…r Gesteine gebildet worden seien, indem die, ursprünglich aus **losen** Mate…lien bestehenden Schuttschichten unter dem **Drucke** des Oceans lange Zeit …er hohen **Temperatur** ausgesetzt waren, wodurch ihre Consolidation er…te**).

---

*) Besonders deshalb, weil Beroldingen den Gegnern seiner Theorie alles geognostische …s absprach, und sogar ihre Schriften verboten wissen wollte. Beroldingen's Schriften, …nt Saussüre, brauche man gar nicht erst zu verbieten; *l'extrême desordre, l'intolerable …uxon, et les perpetuelles contradictions qui y regnent, en dégoûteroient assez le plus grand …bre des lecteurs.*

**) Vergl. *Explication de Playfair sur la théorie de la terre par Hutton, traduite par Basset*, …s 1815.

Gegenwärtig sind es besonders zwei Hypothesen, welche von verschiedenen Seiten über die Bildung des Gneisses und der mit ihm verbundenen Gesteine verfochten werden. Die eine dieser Hypothesen beruht auf der Lehre vom Metamorphismus der Felsarten, die andere auf dem Theorem von dem ursprünglich feuerflüssigen Zustande unsers Planeten.

Die grosse Mehrzahl der jetzigen Geologen neigt sich nämlich zu der Ansicht, dass diese ältesten kryptogenen Gesteine, eben so wie die ähnlichen neueren Bildungen, durch eine eigenthümliche Metamorphose ehemaliger Sedimentschichten entstanden seien; durch eine Metamorphose, welche wesentlich in einer inneren Umkrystallisirung des Materials dieser Sedimentschichten bestand, und entweder durch hohe Temperatur, oder durch eine auf andere Weise angeregte Moleculartbätigkeit vermittelt worden sein soll.

Man stützt sich hierbei besonders auf die Parallelstructur und Schichtung jener Gesteine, auf die unbestreitbare Thatsache, dass der Thonschiefer in der Umgebung grösserer Granitmassen gar häufig in Glimmerschiefer und in gneissähnliche Gesteine umgewandelt ist, und auf die kaum zu bezweifelnde Thatsache, dass in vielen Gegenden allmälige Uebergänge aus dem Gneisse durch den Glimmerschiefer und Thonschiefer bis in den Grauwackenschiefer zu verfolgen sind, durch welche der Gneiss, als ein krystallinisches Silicatgestein, mit dem Grauwackenschiefer, als einem klastischen Sedimentgesteine, in eine so innige Verbindung gebracht werde, dass beide nur als die äussersten Glieder einer einzigen Reihe hervortreten, für deren sämmtliche Glieder eine und dieselbe ursprüngliche Bildungsweise geltend gemacht werden müsse. Da nun der Grauwackenschiefer ganz unzweifelhaft ein sedimentäres Gestein ist, so müsse auch der unter ihm liegende Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneiss etwas Aehnliches gewesen sein. Weil aber die mineralische Zusammensetzung und die krystallinische Natur dieser tieferen Gesteine mit solcher Folgerung um so mehr im Widerspruche zu stehen scheinen, je tiefer sie liegen, so war man genöthigt, einen von unten herauf wirkenden Metamorphismus in Anspruch zu nehmen, welcher diese ältesten Sedimentgesteine bearbeitet und dermaassen umgestaltet hat, dass sie gegenwärtig als Glimmerschiefer und Gneiss erscheinen.

Diese auf den ersten Anblick sehr befriedigende Theorie ist von Boué im Jahre 1822 aufgestellt, später von vielen anderen Geologen adoptirt, und im Jahre 1833 durch Lyell zu einem bestimmteren Ausdruck gebracht worden, indem er die so umgebildeten Gesteine unter dem Namen der hypogenen metamorphischen Gesteine einführte, durch welchen die in den Tiefen der Erde Statt gefundene, und von unten nach oben fortgeschrittene Metamorphose derselben angedeutet werden soll.

Eigentlich waren es schon ganz ähnliche Ansichten, welche Hutton in den Jahren 1788 und 1795 *) und sein Commentator Playfair im Jahre 1802 geltend zu

*) Zum ersten Male erschien nämlich seine Theorie der Erde in den *Edinb. philos transactions* von 1788.

machen versuchten, weshalb sich in der That behaupten lässt, dass die jetzige Theorie vom Metamorphismus der primitiven Formationen nur eine weitere Fortbildung der Huttonschen Theorie ist. Indessen hat doch Boué diese Theorie mit dem Detail der in der Gebirgswelt vorliegenden Erscheinungen zuerst in bestimmteren Einklang zu bringen gesucht, und, ausser der Erdwärme, auch noch Emanationen von Gasen und Dämpfen aus dem Innern der Erde zu Hilfe genommen, um die Veränderungen der sedimentären Schiefer zu Gneiss und Glimmerschiefer zu erklären. *La chaleur ignée*, sagte er, *et les émanations gazeuses de l'intérieur de la terre auraient donné aux schistes peu à peu et sous une plus ou moins forte compression une espèce de liquefaction ignée, assez semblable à celle, dont Mr. de Drée a fait mention dans ses belles expériences**). *Les élémens des schistes auraient perdu de leur force de cohésion, leurs parties constituantes auraient été écartées les unes des autres, et les émanations gazeuses auraient pu s'insinuer dans les vides ainsi laissés. De cette manière les affinités chimiques auraient pu s'excercer dans certaines limites, posées par les forces adverses de la cohésion, et les parties constituantes des roches auraient pu prendre pendant la liquéfaction et le refroidissement lent un arrangement plus ou moins crystallin suivant les circonstances, et sans déranger ou détruire notablement la structure feuilletée primitive. De plus, le jeu des affinités chimiques aidé par les substances étrangères, introduites, pour ainsi dire, par sublimation dans ces roches, aurait donné naissance a cette foule d'espèces minerales crystallines, qui sont disséminées en nids, en amas et en petits filons au milieu des schistes crystallins. Cette théorie hardie présente du moins incontestablement l'avantage d'expliquer tous les faits géologiques d'une manière satisfaisante* (*Annales des sc. nat. 1824, Août, p. 417* f.)

Mit dieser Theorie sind nun in der Hauptsache sehr viele Geologen einverstanden. Andere, zu welchen namentlich Keilhau, Studer und Escher gehören, bezweifeln es, dass die Metamorphose durch hohe Temperatur und durch Dämpfe bewirkt worden sei, und glauben vielmehr, dass auch bei gewöhnlicher Temperatur innere Umbildungsprocesse in Gang gekommen sein dürften, deren geringere Energie durch ihre lange Zeitdauer compensirt wurde. Während sich aber die genannten Forscher über das eigentliche Wesen dieser Umbildungsprocesse nicht bestimmt aussprachen, so sind G. Bischof und Haidinger geneigt, eine langwierige Durchwässerung der Gesteine**), und eine dadurch bewirkte substantielle Veränderung und Umkrystallisirung in der

*) Diese Versuche beschrieb Drée im *Journ. des mines*, Nr. 189; das Wesentliche, worauf Boué hindeutet, ist, dass die geschmolzenen oder halb geschmolzenen Gesteine ihre Textur und die Vertheilung ihrer Gemengtheile unverändert erhalten hatten, wie solches auch später von Gerhard für den Granulit erwiesen worden ist.

**) Lehrbuch der chem. Geol. II, 247 f. Schon im Jahre 1785 hat v. Trebra die Ansicht ausgesprochen, dass die Umwandlung ganzer Gebirgsmassen, z. B. des Granites in Gneiss, der Grauwacke in Thonschiefer, durch einen sehr langwierigen inneren Umbildungsprocess bewirkt worden sei, den er als eine Art von Gährung oder Fäulniss bezeichnet, und welcher wesentlich durch den Umlauf der Gewässer und durch die Einwirkung der Wärme hervorgebracht werde. Da diese, zwar weniger in die Augen fallenden, und vielleicht langsam, aber von der Wurzel aus wirkenden Ursachen noch jetzt dauern, und stets dauern werden, so lange noch Kreislauf in dem unermesslichen Cirkel der Natur Statt finden, so halte er sich auch überzeugt, dass die Umwandlungen, Zersetzungen und Bildungen, welche sie innerhalb der Gebirge allenthalben hervorbringen, noch jetzt dauern, und mit der Welt zu einerlei Alter hinauf stets fortdauern werden. (Erfahrungen vom Innern der Gebirge, 1785, S. 48 f.)

Weise anzunehmen, wie solche bei Entstehung gewisser Umwandlungs-Pseudomorphosen Statt gefunden haben muss.

Manche glauben sogar diejenigen sedimentären Gesteine näher bezeichnen zu können, aus denen sich diese oder jene kryptogenen Gesteine gebildet haben. So meinte Hitchcock im Jahre 1833, der Archetypus des Gneisses sei wahrscheinlich ein grober glimmerreicher Sandstein gewesen; eine Ansicht, zu welcher sich auch Durocher bekennt, während Forchhammer für den Gneiss des Egeberges bei Christiania den Alaunschiefer als Vater nachweisen zu können glaubt; (Journal für praktische Chemie, Bd. 36, 1845, S. 404). Auch G. Bischof findet die Umwandlung des dortigen Alaunschiefers in den Gneiss sehr begreiflich, wegen der Aehnlichkeit ihrer Substanz; wogegen Kjerulf, den Structur-Verhältnissen Rechnung tragend, eine solche Umwandlung nur in sehr beschränktem Maasse anzunehmen geneigt ist. Das Christiania-Silurbecken, 1855, S. 37. Ueberhaupt aber hält Bischof den sedimentären Ursprung des Gneisses für unzweifelhaft, und folgert hieraus, dass seine Umwandlung in ein krystallinisches Gestein nur auf nassem Wege gedacht werden könne; dieselbe Bewandniss müsse es natürlich auch mit den untergeordneten Lagern haben, welche im Gneisse vorkommen; Lehrb. der chem. Geol. II, 249, 970, 987. Ueber die Bildung der primitiven Kalksteine insbesondere spricht er sich ibidem, S. 1001, 1140 und 1624 aus.

Dass nun aber die Parallelstructur und Schichtung keinesweges in allen Fällen als entscheidende Beweise einer ursprünglich sedimentären Entstehung betrachtet werden können, darauf ist bereits oben S. 57 f. aufmerksam gemacht worden.

Diess giebt sogar Macculloch zu, welcher doch sonst ein eifriger Anhänger der metamorphischen Theorie ist; er sagt ausdrücklich, dass er den Parallelismus der Glimmerschuppen, welchen man so oft als Beweis eines sedimentären Absatzes des Gneisses anführe, ganz anders erklären müsse, weil ja auch der Hypersthenit bisweilen eine parallele Ablagerung seiner Hypersthenkrystalle zeige, und auf Kerrera ein Trapp in Gängen vorkomme, welcher, gerade wie Glimmerschiefer, mit Glimmerschuppen erfüllt ist, die sämmtlich der Gangebene parallel liegen. Ein besonderes Gewicht glauben wir auf die von Poulett Scrope schon lange (seit 1825) verfochtene Ansicht, über die Entstehung der Parallelstructur der Trachytporphyre und Perlite, vieler Gneisse und Glimmerschiefer, legen zu dürfen; eine Ansicht, welche er noch neuerdings der Beachtung der Geologen empfahl, da, wo es sich um die Bildungsweise der primitiven und sogenannten metamorphischen Gesteine handle. Er hält es nämlich für weit wahrscheinlicher, dass die Parallelstructur dieser Gesteine ursprünglich durch Druck hervorgebracht worden sei, als dass solche aus einer Erhitzung und Umkrystallisirung sedimentärer Gesteine erklärt werden dürfe. *Quart. Journ. of the geol. soc. XII*, 1856, *p.* 346. Vergl. auch dieses Lehrb. I, S. 431. Dieselbe Ansicht ist später von Darwin und Sorby geltend gemacht worden.

Endlich haben wir schon im ersten Bande S. 745 die Zweifel erwähnt, welche Hoffmann und Rivière gegen die Ansicht vorgebracht haben, dass weit ausgedehnte Gneissterritorien als umgewandelte Sedimentmassen zu betrachten seien. Indem wir diese Zweifel theilen, schliessen wir uns dem Ausspruche G. Bischof's an, dass es unbegreiflich sei, wie die Hypothese einer plutonischen Metamorphose ganzer Gebirgsformationen in der Geologie Platz greifen und Bürgerrecht erlangen konnte. Lehrb. der chem. Geol. II, 352.

De-la-Beche sprach sich schon früher ganz in demselben Sinne aus, wie Rivière, und bezweifelte es, dass die Theorie des Metamorphismus (*the sweeping hypothesis*, wie er sie nennt) in solchen Fällen zulässig sei, obwohl er sie in ihrer gehörigen Beschränkung vollkommen anerkennt; (*Report on the geology of Cornwall, p.* 34). Damit stimmen auch A. Erdmann, der gründliche Kenner des Schwedischen Urgebirges, und v. Blöde vollkommen überein, welcher Finnland nach verschiedenen Richtungen durchforscht hat. Unläugbar, sagt der Letztere, ist der Metamorphismus da, wo er durch Beobachtung erfasst und durch physikalisches Wissen überhaupt erklärt werden kann. Doch der Kreis der Gesteine, bei denen diess der Fall, ist nur beschränkt, und keinesweges der bodenlosen Hypothese günstig, so wie sie jetzt auf die Spitze getrieben wird; (Neues Jahrbuch für Min. 1844, S. 53). Kutorga weist gleichfalls diese Hypothese in Betreff der Finnländischen Gneisse, Hornblendschiefer, Glimmerschiefer und Granite ganz entschieden zurück; (Geogn. Beobb. im südl. Finnland 1851, S. 90 ff.) Eben so haben sich v. Leonhard, Petzholdt und Andere wiederholt gegen die zu weite Ausdehnung der Lehre vom Metamorphismus erklärt, und wir müssen uns ihnen aus voller Ueberzeugung anschliessen. Die Uebergänge aus Gneiss durch Glimmerschiefer in krystallinischen Thonschiefer sind nicht abzuläugnen; ob aber die Uebergänge aus krystallinischem Thonschiefer in wirklichen Grauwackenschiefer in allen Fällen für völlig erwiesen gelten können, diess möchte noch zu bezweifeln sein. Grüner hebt es hervor, dass die mit dem Gneisse und Glimmerschiefer verbundenen Thonschiefer doch immer verschieden von den Thonschiefern der Grauwacke sind, weshalb er auch jene älteren Gesteine, wie sie in den Departements des Rhone und der Loire auftreten, nicht für metamorphische Grauwackenschiefer zu erklären vermag; (*Ann. des mines*, 3. *série, t.* 19, 1841, *p.* 70). — Auf welche Abwege aber bisweilen die Lehre vom Metamorphismus geführt hat, dafür zeugt unter anderen die eben so originelle als kühne Hypothese, durch welche David Forbes die primitive Gneissformation des südlichen Norwegens, (beispielsweise die körnigstreifigen Hornblendgesteine am Langesundsfjord) deren meist senkrechte Schichten von der Silurformation discordant überlagert werden, als ein System von metamorphosirten tieferen Schichten derselben Silurformation zu erklären versucht hat. Er hält nämlich diese Gneissbildung für einen weiland silurischen Sandstein, dessen Schichten sich vor ihrer Umwandlung in concordanter Lagerung unter den übrigen Schichten der Silurformation ausbreiteten. Durch plutonische Einwirkungen wurde diese Sandstein-Etage von zahlreichen, mehr oder weniger verticalen Rissen durchschnitten, auf denen sich Hornblende bildete, welche auch die, durch jene Risse entstandenen verticalen Sandsteinplatten mehr oder weniger reichlich imprägnirte, wodurch denn die ursprünglich fast horizontale Sandsteindecke scheinbar in ein sehr mächtiges verticales Schichtensystem von körnigstreifigem Hornblendgestein umgewandelt wurde. *Edinb. new Philos. Journ. III.* 1856, *p.* 84, und *Nyt Mag. for Naturvid. IX,* 1856, *p.* 165 ff. zumal *p.* 180. Wenn die Lehre von der Umbildung der Gesteine zu solchen Erklärungen verschreitet, dann dürfte sie die Gränzen der wahren Naturforschung überschritten haben.

Nach unserem Dafürhalten liegt die hauptsächlichste und kaum zu besiegende Schwierigkeit in der Thatsache, dass es, wie in den nächsten Paragraphen gezeigt werden soll, ausser den primitiven, auch weit jüngere Gneisse, Glimmerschiefer u. s. w. giebt, welche sedimentären Gesteinen aufgelagert sind, ohne doch den geringsten Uebergang in diese unterliegenden Gesteine erkennen zu lassen.

In solchen Fällen muss natürlich jeder Gedanke an eine hypogene oder anogene Metamorphose verschwinden; denn, wie hätte das aufliegende Gestein

durch eine von unten herauf wirkende Ursache metamorphosirt werden können, während seine Unterlage von jeder Einwirkung verschont blieb? — Aber eben so wenig lässt sich eine katogene Metamorphose rechtfertigen; denn, welche Ursache man auch als eigentliches Agens denken will, unmöglich kann sie doch abwärts, längs einer und derselben Auflagerungsfläche, eine so plötzliche und vollständige Hemmung gefunden haben, dass das völlig umkrystallisirte Gestein durch diese Auflagerungsfläche von dem völlig unveränderten Gesteine getrennt wird. In solchen Fällen bleibt uns in der That gar nichts Anderes übrig, als die Annahme, dass diese geschichteten krystallinischen Silicatgesteine gleich ursprünglich so gebildet und abgelagert worden sind, wie sie gegenwärtig vor uns erscheinen*). Sind wir auch noch nicht im Stande, die Modalität ihres Bildungsprocesses zu begreifen, so können wir uns mit den Anhängern des Ultrametamorphismus trösten, denen es in dieser Hinsicht nicht besser ergeht. Am Ende würde es vielleicht gleichgiltig sein, ob wir einen räthselhaften Umbildungsprocess, oder einen räthselhaften Urbildungsprocess voraussetzen wollen; wenn aber einmal zwischen beiden Räthseln gewählt werden soll, so werden wir uns wohl lieber zu der Anerkennung des letzteren verstehen, welches wenigstens mit dem Thatbestande der Erscheinungen im Einklange ist. — Ein zweites Bedenken gegen die zu weit ausgedehnte Lehre vom Metamorphismus entsteht aus der Thatsache, dass manche Gneissbildungen unzweifelhafte Merkmale einer eruptiven Bildung an sich tragen, und dass auch der Granulit, dieses dem Gneisse so nahe verwandte Gestein, bisweilen unter solchen Verhältnissen vorkommt, welche für ihn gleichfalls eine eruptive Bildungsweise zu fordern scheinen. Wenn sich diess aber wirklich so verhält, dann ist auch zugleich der Beweis geliefert, dass gewisse kryptogene Gesteine durchaus keine metamorphischen Gebilde sind.

Die grosse Uebereinstimmung, welche der Gneiss und die meisten ihn begleitenden Gesteine in ihrer mineralischen Zusammensetzung mit Granit und mit anderen eruptiven Gesteinen erkennen lassen; die Wahrscheinlichkeit, dass die meisten dieser eruptiven Gesteine aus einem feuerflüssigen Zustande erstarrt sind; die fast unvermeidliche Voraussetzung, dass unser Planet sich ursprünglich durchaus in demselben Zustande befunden und erst später mit einer Erstarrungskruste bedeckt habe; endlich die Thatsache, dass in der Urgneissformation Granite mit Gneissen regelmässig wechsellagernd angetroffen werden; diese Thatsachen und Voraussetzungen sind es, welche die zweite der jetzt herrschenden Hypothesen hervorgerufen haben, dass die primitiven Formationen die ursprüngliche Erstarrungskruste unseres Planeten bilden.

Diese Hypothese hat zwar nicht so viel Anhänger gefunden, als jene von der metamorphischen Entstehungsweise der primitiven Gesteine; desungeachtet dürften ihre weder mehre, noch grössere Bedenken entgegen stehen, als der letzteren**). Sie führt nothwendig auf die Folgerung, dass die Lagerungsfolge

*) Vergl. auch oben S. 65.

**) Es bekannten oder bekennen sich zu ihr z. B. *Fleuriau de Bellevue* (*Journal de physique, an XIII*), Breislak, in seinem Lehrbuche der Geol. I, 272 u. w., Cordier im dritten Abschnitte seiner berühmten Abhandlung über die Temperatur des Erdinnern (*Ann. des mines, 2. série, II, p.* 120 ff.), *Marcel de Serres*, Kapp (im Neuen Jahrb. für Min. 1834, 255 u. 1843, 326), v. Blöde, Neues Jahrb. für Min. 1837, 176, *De la Beche*.

der primitiven Gesteine in abwärts steigender Richtung ihrer Altersfolge entspricht, weil es ja ein von aussen nach innen fortschreitender Erstarrungsprocess war, durch welchen die Schichten derselben gebildet wurden (I, 459). Für die neueren kryptogenen Gesteine aber bleibt den Anhängern dieser Hypothese kaum eine andere Erklärung übrig, als dass ihr Material auf dem Wege der Eruption aus dem Innern auf die Oberfläche der Erde gelangt sei.

Die bedeutendsten Schwierigkeiten erwachsen dieser Hypothese aus den Structurverhältnissen der primitiven Formationen und aus der mineralischen Natur gewisser ihrer Gesteine. Ob diese Schwierigkeiten durch die Annahme einer hydatopyrogenen Ausbildung des äusseren Theiles der primitiven Erstarrungskruste gehoben werden können, wie solche von Angelot, Rozet, Fournet, Scheerer u. A. angedeutet worden ist, diess müssen wir dahin gestellt sein lassen. Die Schwierigkeiten, welche die Structur und die Architektur des Gneisses darbieten, suchte Scheerer auf eine ganz eigenthümliche Weise zu beseitigen, indem er diese Architektur als eine ursprüngliche, während der Erstarrung selbst durch die Einwirkung elektromagnetischer Ströme hervorgebrachte Erscheinung erklärt, übrigens aber zu dem Endresultate gelangt, „dass das Urgebirge, mit der ganzen Manchfaltigkeit seiner Gesteine, nur als eine einzige, gleichzeitige Bildung, als die erste Krustenerhärtung der sich abkühlenden Erde zu betrachten ist.“ Wenn die steile Stellung der Schichten des primitiven Gneisses, wie solche in den parallelzonigen, fächerförmigen und giebelförmigen Schichtengebäuden hervortritt, wirklich als eine ursprüngliche betrachtet werden muss, dann gilt auch der Ausspruch von Kittel: „So lange eine Hypothese die fast seigere Stellung der Urgebirgsschichten nicht vollkommen gründlich zu erklären vermag, kann und darf sie nicht als der Wahrheit auch sich nur nähernd angesehen werden.“ (Skizze der geogn. Verhältnisse von Aschaffenburg, S. 40.)

Dass sich die primitiven Gesteine ursprünglich in einem weichen, plastischen Zustande befunden haben müssen, diess hat Scheerer aus den Biegungen und Undulationen der Gneisslagen, und schon früher Macculloch aus den höchst auffallenden Windungen des Glimmerschiefers geschlossen, welche er mit ähnlichen Windungen in der Structur gewisser Basalte verglich. Auch dürfte sich gegen die Richtigkeit dieser Folgerung nichts einwenden lassen, welche in der so häufig vorkommenden Streckung des Gneisses und anderer Gesteine ihre vollkommene Bestätigung findet. Ob aber dieser platische Zustand durch hohe Temperatur allein, oder durch gleichzeitige Einwirkung von Feuer und Wasser, oder lediglich durch letzteres Element bedingt worden sei, das sind Fragen, deren Beantwortung noch von der Zukunft erwartet werden muss. Einstweilen ist die eigentliche Bildungsweise der primitiven Gesteine noch in ein solches Dunkel gehüllt, dass dieselben mit allem Rechte als kryptogene Gesteine bezeichnet werden können. Vielleicht bietet die zuerst von ...erlich angedeutete Theorie eine Lösung des Räthsels.

... on the Geol. of Cornwall etc. 1839, p. 31, Petzholdt, Geologie 1840 S. 24 und 1845 ..., de Roys im Bull. de la soc. géol. XIII, 1840, p. 240, Scheerer in Karstens und ...ens Archiv, Bd. 16, 1842, S. 159, Nöggerath, die Entstehung der Erde, 1848, ..., Grundriss der Geognosie, 1846, S. 161, Rivière, Bull. de la soc. géol. 2. série, ... 127 ff. Kutorga, Geogn. Beobb. im südlichen Finnland, 1851, S. 91, u. s. w.

Wollen wir uns überhaupt in das unsichere Gebiet der Hypothesen versteigen, so dürfte wohl die Vermuthung am wahrscheinlichsten sein, dass die Aussenseite unsers Planeten, während und nach ihrer Erstarrung, einem langwierigen und tief eindringenden Conflicte mit heissem Wasser und Wasserdampf ausgesetzt war, wodurch eine meilenweit hinabreichende Zersetzung bewirkt wurde, in Folge welcher eine sehr mächtige, den ganzen Planeten umgebende Hülle von heissflüssigem Schlamm entstand, der das Material zur Bildung der primitiven Gesteine lieferte. Die chemischen Experimente von Daubrée und die mikroskopischen Untersuchungen von Sorby berechtigen wohl zu der Ansicht, dass bei der Ausbildung des Gneisses, Glimmerschiefers und Urthonschiefers Wasser und hohe Temperatur gleichzeitig in Wirksamkeit waren, und dass ein Krystallisationsprocess eingeleitet wurde, welcher, nach Maassgabe der immer grösseren Tiefe, zu einer immer vollkommneren Entwicklung seiner Producte, d. h. der mineralischen Bestandtheile jener Gesteine, gelangen musste. Freilich gewinnen wir damit noch keine Einsicht in die Bildungsgesetze der eigenthümlichen Structur- und Architektur-Verhältnisse der primitiven Formation, und es wird wohl noch mancher Forschungen bedürfen, um auch über sie einige Aufklärung zu erlangen. — Sollte aber die Ausbildung der primitiven Gesteine wirklich in der angedeuteten, oder doch in einer ähnlichen Weise Statt gefunden haben, dann lassen sie sich auch nicht füglich als metamorphische Gebilde betrachten; denn jener feine Zersetzungsschlamm war ja doch kein Gestein, durch dessen Umbildung sie als neue Gesteine entstanden, sondern er war nur das ursprüngliche Material, aus welchem sie sich durch einen, wahrscheinlich sehr langsam fortschreitenden Krystallisationsprocess allmälig zu festen Gesteinen herausbildeten. Die Lehre vom Metamorphismus der Gesteine hat nur dann einen Sinn, wenn man von wirklich präexistirenden Gesteinen, als gegebenen festen Substraten, ausgeht, deren verschiedene Umbildungen den Gegenstand dieser Lehre bilden. Vergl. die Anm. in B. I, S. 719.

Drittes Kapitel.

Neuere Formationen von Gneiss und krystallinischen Schiefern.

§. 291. *Neuere kryptogene Bildungen von Gneiss, Glimmerschiefer u. s. w.*

Um die Betrachtung so nahe verwandter Gegenstände nicht zu weit aus einander zu halten, scheint es zweckmässig, die neueren Bildungen von Gneiss, Glimmerschiefer und anderen geschichteten Silicatgesteinen unmittelbar nach der Urgneissformation und Urschieferformation zur Sprache zu bringen. Dabei haben wir es grösstentheils nur mit den Lagerungsverhältnissen dieser Bildungen zu thun, indem ihre petrographischen Verhältnisse keine besonders auffallenden Verschiedenheiten von denen jener ältesten Formationen erkennen lassen.

Es ist eine unbestreitbare Thatsache, dass in der Architektur der uns bekannten Erdkruste, ausser den ältesten, fundamentalen Gneiss- und Schieferbildungen, hier und da auch jüngere dergleichen Bildungen hervortreten, welche zu den merkwürdigsten Erscheinungen der Gebirgswelt gehören dürften. Von einem allgemeineren Gesichtspuncte aus sind wohl dreierlei dergleichen Bildungen zu unterscheiden:

1) kryptogene neuere Gneisse, Glimmerschiefer u. s. w., oder solche geschichtete, krystallinische Silicatgesteine, deren Entstehung noch nicht genügend erklärt werden kann;
2) metamorphische Gneisse und Glimmerschiefer, welche durch Umwandlung anderer schiefriger Gesteine entstanden sind, und
3) eruptive Gneisse, welche wahrscheinlich, eben so wie die Granite, auf dem Wege der Eruption gebildet wurden.

Wir wenden unsere Aufmerksamkeit zuvörderst den nicht primitiven kryptogenen Gneiss- und Schieferbildungen zu. Als solche sind nämlich diejenigen Ablagerungen von Gneiss, Glimmerschiefer und anderen geschichteten Silicatgesteinen zu betrachten, welche entweder unzweifelhaften sedimentären Formationen, oder auch der Urschieferformation unter solchen Verhältnissen aufgelagert sind, dass dieses ihr Lagerungsverhältniss weder durch Ueberschiebungen (I, 927 u. 931) noch durch sonstige Dislocationen erklärt werden kann, während doch auch keine hinreichenden Beweise für ihre metamorphische oder eruptive Natur aufzufinden sind.

Dergleichen Bildungen gehören keinesweges zu den grossen Seltenheiten, auch gewinnen sie mitunter eine recht bedeutende Ausdehnung. Man kennt sie z. B. in Sachsen zwischen Freiberg und Hainichen, bei Frankenberg, im Schönauer Thale unweit Zwickau, in Oberfranken bei Münchberg, in Norwegen, in Schottland, in den Alpen, und wird sie bei genauerer Untersuchung gewiss auch in anderen Gegenden auffinden.

Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes dürfte eine etwas ausführlichere Betrachtung einiger dieser Bildungen gerechtfertigt erscheinen.

Neuere Gneissbildungen bei Mobendorf und Mühlbach in Sachsen. Westlich von Freiberg liegen über den Schichten der silurischen, bei Langenstriegis graptolithenführenden Grauwackenbildung, und unter den Conglomeraten der alten Steinkohlenformation von Hainichen und Ebersdorf, ein paar mächtige Ablagerungen von Gneiss, welcher zwar oft in Glimmerschiefer, bisweilen auch in Grünsteinschiefer oder in granitähnliche Gesteine übergeht, seiner vorwaltenden Masse nach aber als ein wirklicher Gneiss bezeichnet werden muss. Die Mächtigkeit dieser, in zwei oder drei grossen, von NO. nach SW. hinter einander liegenden Stöcken abgelagerten Gneissbildung beträgt viele tausend Fuss; ihre wirkliche und zwar gleichförmige Auflagerung auf der Grauwacke wird aber durch die an vielen Puncten vorliegenden Schichtungsverhältnisse dargethan. Von Uebergängen aus der Grauwacke oder dem Grauwackenschiefer in den Gneiss ist nichts zu beobachten, daher denn auch an keine Metamorphose gedacht werden kann; und, wenn auch einige Erscheinungen bei Sachsenburg (z. B. Einschlüsse von unregelmässigen Thonschieferpartieen) auf eine eruptive Bildungsweise zu verweisen scheinen, so möchten doch die übrigen Verhältnisse mit einer solchen Annahme nicht hinreichend in Einklang stehen, obwohl sich ein inniger Zusammenhang zwischen dieser Gneissbildung und denen bei Seifersdorf auftretenden Grünsteinbildungen vielleicht bei genauerer Untersuchung herausstellen dürfte. Vor der Hand aber und bis durch weitere Untersuchungen ihre Verhältnisse gründlicher erforscht sein werden, ist diese Gneissbildung als eine ganz räthselhafte Erscheinung, als eine kryptogene Bildung zu betrachten, welche wegen ihrer entschiedenen und regelmässigen Auflagerung über den Schichten der silu-

rischen Formation unmöglich mit der primitiven Gneissformation vereinigt we den kann *).

Neuerer Glimmerschiefer bei Schönau, unweit Zwickau in Sachse Im Gebiete des Wildenfelser Uebergangsgebirges, südöstlich von Zwickau, tri gleichfalls über den Schichten der sedimentären Formation, eine sehr merkwü dige Gesteinsablagerung auf, welche, westlich von Grünau mit einer hohen Kup beginnend, durch das Schönauer Thal hindurchsetzt, und ohne Unterbrechu in nordwestlicher Richtung bis jenseits des Lohthales zu verfolgen ist. Auf der e wähnten Kuppe ist das Gestein theils dichter und selbst blasiger Grünstein od Grünsteinschiefer, theils eine flaserige, hornblendschieferähnliche Masse. Von d Höhe hinab nach Nordwesten hin geht jedoch dieser flaserige Hornblendschie durch Aufnahme von grünem Glimmer oder Chlorit erst in hornblendigen Chlor schiefer **), hierauf durch allmäligen Austausch des grünen Glimmers gegen grau Glimmer in langflaserigen und endlich in breitblättrigen undulirten Glimmerschie über, so dass diese letzteren Gesteine zu beiden Seiten des Schönauer Thales u auf den Höhen zwischen diesem und dem Lohthale bei weitem vorwalten. D Glimmerschiefer enthält bisweilen etwas Feldspath, und gewinnt dadurch mitunt selbst eine gneissähnliche Beschaffenheit. Dagegen bestehen wiederum die Kupp zu beiden Seiten des Lohthales aus hornblendigem Chloritschiefer, Hornblen schiefer und dichtem Grünstein, welcher letztere jedoch immer nur sehr unterg ordnet aufzutreten scheint.

Dass nun aber diese verschiedenen Gesteine, trotz der grossen Unähnlichk der beiden Extreme, des wellenförmigen Glimmerschiefers und des dichten Grü steins, dennoch als integrirende Theile eines und desselben Gebirgsgliede als die Producte eines und desselben Bildungsprocesses betrachtet werden mü sen, dafür bürgen die bestimmtesten Uebergänge, welche sich Schritt vor Schr und grossentheils an anstehenden Felsenmassen verfolgen lassen. Uebrigens zei diese Ablagerung insofern eine völlige Unabhängigkeit von der Grauwackenform tion, als ihre Längenausdehnung den Schichten derselben keinesweges parallel is sondern solche oft unter bedeutenden Winkeln durchschneidet, gerade wie die mit denen im Planitzer Uebergangsgebirge ausgebreiteten Grünstein-Ablagerung der Fall ist, welche eine abweichende und übergreifende Lagerung besitzen ***). Am südwestlichen Rande der Schönauer Glimmerschiefermasse herrscht eine se flache Schichtenstellung, indem die Schichten dort nur 5 bis 15° in Nordost g neigt sind; unter ihnen sieht man am linken Thalgehänge fast horizontale Schic ten eines erdigen Grauwackenschiefers, im Lohthale aber eben dergleichen Schic ten mit 30 bis 40° Neigung hervortreten. Am nordöstlichen Rande dagegen fall die Glimmerschieferschichten im Schönauer Thale 40 bis 60° in Nordwest, u ausgezeichneter erdiger Grauwackenschiefer steht in der Nähe des metallisch glä zenden Glimmerschiefers an. Die sehr vollkommene Streckung des Hornblen

*) Das Nähere über diese Gneissbildung ist nachzusehen in der Geognost. Beschre bung des Königr. Sachsen u. s. w. Heft I, S. 79 f. und Heft II. S. 352 ff.

**) Ob es wirklicher Chloritschiefer, oder nur ein grüner Glimmerschiefer sei, die muss ich dahin gestellt sein lassen, da ich seit meinen, vor vielen Jahren ausgeführten U tersuchungen nicht wieder Gelegenheit gehabt habe, jene Gegenden zu besuchen.

***) G. Bischof ist der Ansicht, dass es einen schlagenderen Beweis gegen d Bildung solcher Grünsteine auf eruptivem Wege wohl nicht geben könne, als diese U abhängigkeit ihrer Lagerung; (Lehrb. der phys. u. chem. Geol. II, S. 973). Dieser Ansic möchten sich wohl nur wenige Geognosten anschliessen, da man in jener Unabhäng keit der Lagerung mit Recht einen der hauptsächlichen Beweise für die eruptive Bildu findet.

schiefers und langflaserigen Glimmerschiefers streicht gewöhnlich von SW. nach NO. und fällt nach der letzteren Gegend ein*).

Gneissbildung von Münchberg in Oberfranken. Schon bei Reuth, im Sächsischen Voigtlande, liegt mitten im Gebiete der Grauwacke eine Ablagerung von Gneiss, welche daselbst die höchsten Puncte bildet, und keinenfalls als eine Einlagerung im Grauwackengebirge zu betrachten sein dürfte, obwohl sich ihr Gestein stellenweise einer sehr feldspathreichen, schieferigen Grauwacke nähert. Weiter südlich, bei Hof in Baiern, liegt eine Glimmerschieferpartie in discordanter Lagerung über den Schichten der Grauwackenformation. Es sind diess gewissermaassen die Vorposten jener grossen, dem nordwestlichen Abfalle des Fichtelgebirges vorgelagerten Gneissbildung, in deren mittlerem Theile die Stadt Münchberg liegt, und welche unstreitig eine der merkwürdigsten geognostischen Erscheinungen in Oberfranken bildet. Nicht nur die mannichfaltigen untergeordneten Stöcke und Lager, sondern ganz vorzüglich die Lagerungsverhältnisse sind es, welche dieser Gneissbildung ein hohes geologisches Interesse verleihen. Es unterliegt nämlich gar keinem Zweifel, und ist sowohl durch Fr. Hoffmanns, als auch durch v. Herders, Cotta's und meine eigenen Beobachtungen auf das Bestimmteste dargethan worden, dass diese ganze, wesentlich aus Gneiss bestehende, und fast über 8 Quadratmeilen ausgedehnte Bildung in einer bassinförmigen Vertiefung der sedimentären Grauwackenformation eingelagert ist, welche Lagerung, zugleich mit der an den Auflagerungspuncten vorliegenden Gesteinsbeschaffenheit, einen schlagenden Beweis gegen die, jetzt über alle Maassen ausgedehnten Ansichten vom Metamorphismus der Felsarten liefert.

Wenn übrigens auch diese Bildung im Allgemeinen mit vollem Rechte als Gneiss bezeichnet werden muss, so geht sie doch sehr häufig, und namentlich nach ihren Gränzen hin, in Hornblendschiefer und Glimmerschiefer über, welches letztere Gestein zumal an der südöstlichen Gränze sehr vorwaltet; zuweilen ist es aber ein sehr grobflaseriger und feldspathreicher, fast granitähnlicher Gneiss, welcher dem feinen Uebergangsthonschiefer unmittelbar aufliegt; wie z. B. bei Schauenstein und Suttenbach, besonders aber bei Gräfengehaig und Eppenreut. Ueberhaupt ist ein allmäliger Uebergang aus den unterliegenden sedimentären Schiefern in den aufliegenden Gneiss nirgends zu beobachten. Die Lagerung aber stellt sich, mit wenigen Ausnahmen, längs der ganzen Gränze so heraus, dass die sedimentären Schiefer rings um das Gneissgebiet unter dasselbe einschiessen, während ihnen der Gneiss oder der Glimmerschiefer gleichförmig aufgelagert sind**).

Diese Münchberger Gneissbildung umschliesst aber auch mehre, recht interessante untergeordnete Gebirgsglieder; dahin gehören besonders der Serpentin von Wurlitz und Haideck, welcher mit dem gleichfalls an der Gränze auftretenden Serpentinlager von Schwarzenbach, und mit dem Serpentinstocke von Zell in unterirdischem Zusammenhange stehen dürfte; ferner gehören hierher die Eklogitstöcke von Wölbattendorf, Wustuben, Silberbach, Untersauerhof, Stam-

---

* Vergl. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft II, S. 208 ff. G. Bischof [illegible] in seinem Lehrb. der phys. und chem. Geol. II, S. 954 ff. die Ansicht geltend zu [illegible], dass die ganze Ablagerung ursprünglich Grünstein gewesen, und erst später durch [illegible]chemische Processe in die übrigen Gesteine umgewandelt worden sei. Die chemische [Mögl]ichkeit solcher Processe beweist freilich noch nicht die Wirklichkeit der[selbe]n.

** Nur an der südöstlichen, dem Granite des Fichtelgebirges zugewendeten Gränze [kom]men einzelne Striche vor, wo die Grauwacke senkrecht neben dem Gneisse steht, [oder] auch von ihm wegfällt; was allerdings sehr beachtenswerth ist.

bach und Falls; endlich die *Hornblendschiefer* und *Amphibolite*, deren Ablagerungen besonders zwischen Wurlitz und Hof, sowie unterhalb Markt-Schorgast, an der schiefen Ebene der Eisenbahn, und von dort gegen Berneck und Kupferberg, zu einer ansehnlichen Mächtigkeit gelangen, während ähnliche Gesteine vielfach in untergeordneter Wechsellagerung, zwischen dem Gneisse auftreten, welcher selbst bisweilen als Hornblendgneiss ausgebildet ist.

So liegt uns also hier ein 8 Quadratmeilen grosses Gneiss- und Glimmerschiefer-Territorium vor, welches sich rücksichtlich seiner Gesteine und Einlagerungen mit jeder primitiven Gneissbildung vergleichen lässt, obwohl es durch seine meist gleichförmige Auflagerung auf sedimentären Schiefern der devonischen (wo nicht zum Theil einer noch jüngeren) Formation als eine weit *neuere* Bildung charakterisirt wird. Ob die merkwürdige Erscheinung, dass der Gneiss am *nördlichsten* Puncte seiner Gränze, bei Epplas, einen *keilförmigen Vorsprung* nach Norden bildet, in dessen verlängerte Richtung die dem Urthonschiefer zwischen Hirschberg und Tiefengrün eingelagerten Gneissstöcke fallen, hinreichend ist, um etwa die Vermuthung einer *eruptiven* Entstehungsweise zu begründen, darüber möchte sich wohl vor der Hand noch kein bestimmtes Urtheil fällen lassen; sollte es aber den Anhängern des Ultrametamorphismus gelingen, die Gesteine dieser Münchberger Gneissbildung als *metamorphosirte* Sandsteine und Schiefer zu erkennen, und diese Erkenntniss zur objectiven Evidenz zu bringen, dann sind wir gern bereit, den Namen einer *kryptogenen* Gneissbildung aufzugeben, mit welchem wir sie noch einstweilen belegen zu müssen glauben.

Da das betreffende Heft der geognostischen Beschreibung des Königreiches Sachsen und der angränzenden Länderabtheilungen noch nicht erschienen ist, so verweisen wir den Leser wegen der näheren Verhältnisse dieser Gneissbildung auf Section XX der geognostischen Specialcharte von Sachsen, und auf die vortrefflichen Beobachtungen, welche Fr. Hoffmann in Poggendorffs Annalen, Bd. 16, 1829, S. 545 ff., sowie in seiner Uebersicht der orogr. und geognost. Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland, S. 418 ff. über diese interessante Bildung veröffentlicht hat. Die später von v. Herder, Cotta und mir selbst ausgeführten Untersuchungen haben die von Hoffmann gefundenen Resultate vollkommen bestätigt, ohne jedoch auf eine Bekräftigung der theoretischen Ansichten zu führen, in welchen auch dieser ausgezeichnete Geolog den Schlüssel zur Erklärung der hier vorliegenden Verhältnisse zu finden glaubte, indem er eine *metamorphische* Bildung des Gneisses und der ihn begleitenden Gesteine voraussetzte. Aber ganz richtig nennt er es eine *Gneissdecke*, welche sich hier, auf verhältnissmässig *sehr jungen* Schichten des Uebergangsgebirges *ausbreitet*; ganz richtig ist es, wenn er hinzufügt: »und doch ist das Innere*) dieser Gneissmasse so vollkommen *rein* und *krystallinisch*, so *feldspathreich* und *grobflaserig*, dass nichts in ihr so leicht an das verhältnissmässig sehr neue Alter ihrer Bildung erinnern möchte. Die häufig in ihr vorkommenden Lager eines grosskörnig krystallinischen Gemenges von grasgrünem Strahlstein und blutrothen Granaten, in deren einem, am Weissensteine unweit Gefrees, sich die schönen Zoisite finden, tragen den reinsten Charakter von Gebilden, die wir *bisher* nur Producte der *Urzeit* zu nennen gewohnt waren. Nichts aber erinnert in diesem Gebiete, so weit ich mich davon zu unterrichten Gelegenheit fand, an das Auftreten von Graniten, Syeniten, Porphyren oder verwandten Gesteinen.«

Neuere Gneiss-und Schieferbildungen in Norwegen. In einem noch weit grossartigeren Maassstabe treten neuere krystallinische Schieferbildungen in mehren Gegenden Norwegens auf, über dessen Felsenbau durch die vortre[illegible]

*) Wir müssen hier hinzufügen: und auch oft das *Aeussere*.

lichen Untersuchungen und Zusammenstellungen Keilhau's so äusserst wichtige und interessante Resultate gewonnen worden sind*).

In West-Finnmarken bei Talvig sieht man auf das Deutlichste, wie die dortigen, 20 bis 70° nach Nord, Nordwest und West einfallenden Schichten der Uebergangsformation die Unterlage eines Gneissterritoriums bilden, dessen Gesteine denen des primitiven Gneisses ganz ähnlich sind. Schwarzer, bisweilen alaunschieferähnlicher, blauer und grüner Thonschiefer mit Grünstein-Einlagerungen wird von einer mächtigen Zone grauen, dichten Kalksteins bedeckt, auf welchen Thonglimmerschiefer, dann ein weisser, feinkörniger, talkhaltiger Kalkstein, und Glimmerschiefer mit Kalksteinlagern folgt, bis endlich der Gneiss in mächtiger Entwickelung auftritt. Eben so sieht man bei Nögelen am Quänangerfjord ein sehr schönes Profil, in welchem die gleichförmige Auflagerung des Glimmerschiefers über denen 30 bis 40° fallenden, aus Schiefer, Kalkstein und Quarzit bestehenden Schichten der Uebergangsformation vortrefflich entblöst ist. (*Gäa Norvegica, I,* 277 u. 284.)

Noch auffallender sind die Erscheinungen, welche das grosse krystallinische Schieferterritorium von Central-Norwegen erkennen lässt. Dieses, in seinem südlichen Theile, von Röldal im Christiansandstifte bis an den Fämundsee, in der Richtung von SW. nach NO. mit immer zunehmender Breite über 50 Meilen weit ausgedehnte Schieferterritorium zeigt nämlich nördlich vom Mjösensee, in der Linie von Osen bis Bödal, also auf mehr als 12 Meilen Länge, eine meist gleichförmige Auflagerung auf den Schichten der silurischen Formation, während dasselbe sowohl östlich von Osen, bis nach Trysil, als auch südwestlich von Bödal, in Valders (z. B. bei Nordre-Ourdal, am oberen Ende des Slidrefjordes, und zwischen Hemsedal und Leerdal), sowie in Hallingdalen (z. B. am Syningen und südlich vom Hallingskarven), in schwach geneigten Schichten den steilen Schichtenköpfen der Urgneissformation abweichend und übergreifend aufgelagert ist. Während diess im Allgemeinen die Lagerungsverhältnisse an der südlichen Gränze des Territoriums sind, so geben sich dagegen an der nördlichen Gränze zum Theil ganz andere Verhältnisse zu erkennen; wie z. B. längs dem grossen Bogen, der sich vom Suuletind über Fortun nach Vaage zieht, wo (wie bereits S. 146 erwähnt wurde), die Schiefer dem Gneisse nicht nur gleichförmig aufgelagert, sondern auch durch Gesteinsübergänge und Wechsellagerung so innig verbunden sind, dass eine bestimmte Gränze gar nicht anzugeben ist.

Obgleich nun dieses grosse Schiefergebiet an seiner südlichen Gränze ganz gewöhnlich, und da, wo es der silurischen Formation des Mjösendistrictes aufliegt, sogar in grosser Mächtigkeit, mit solchen Schichten beginnt, welche noch einen mehr oder weniger entschiedenen sedimentären Charakter besitzen, so entfaltet es doch in seinen oberen Schichten eine immer vollkommnere krystallinische Natur. Dort besteht es wesentlich und vorwaltend aus sehr krystallinischem Thonschiefer, Glimmerschiefer, Quarzschiefer, chloritischem oder anderm grünen Schiefer mit untergeordneten Lagern oder Stöcken von Hornblendschiefer und Gneiss; ja, wo die sanft geneigten Schichten (wie z. B. in Hallingdalen) in hohen Bergen aufragen, da sieht man nicht selten, wie die Gipfel dieser Berge von Hornblendgesteinen oder gneissartigen Felsarten gebildet werden, während ihr Fuss aus Thonschiefer, und ihr mittlerer Abhang aus solchen Gesteinen besteht, welche einen Uebergang zwischen dem Fussgesteine und dem Gipfelgesteine vermitteln; (*Gäa Norvegica I,* 382—416).

---

*) Nach Kjerulf sollen fast alle diese krystallinischen Bildungen als metamorphosirte sedimentäre Schichtensysteme der cambrischen, silurischen und devonischen Formation zu betrachten sein. Ueber die Geologie des südlichen Norwegens, Christiania, 1857, S. 82 ff.

Die Schiefergebirge von Hallingdalen, Filefjeld und Dovrefjeld, bis über den Fämundsee und weit über Trondhjem und Röraas hinaus sind es, welche zu diesem grossen Schieferterritorium Central-Norwegens gehören, das vielleicht künftig in zwei Bildungen zu trennen sein wird, von denen die eine, durch ihr inniges Anschliessen an den primitiven Gneiss als Urschieferformation, die andere, durch ihre discordante Lagerung gegen den Gneiss und ihre entschiedene Auflagerung auf der Silurformation, als eine neuere krystallinische Schieferformation charakterisirt ist. Die eigentliche Bildungsweise der einen wie der anderen dürfte vor der Hand noch als ein ungelöstes Räthsel zu betrachten sein; denn durch die blose Aussage, dass wir es hier mit transmutirten oder metamorphischen Schichten zu thun haben, scheint weder eine besondere Aufklärung gewonnen noch die Ansicht widerlegt zu werden, dass diese Schichten wohl auch ursprünglich so gebildet worden sein können, wie sie uns jetzt vorliegen.

Neuere Gneiss- und Glimmerschieferbildung in Schottland. Schon vor vielen Jahren beschrieben Murchison und Sedgwick eine dergleichen Bildung von der Ostseite des Loch Eribol, deren weitere Verbreitung und nähere Verhältnisse später von Cunningham, Nicol, Peach und Murchison selbst erforscht worden sind. Es ergiebt sich aus diesen Untersuchungen, dass in Sutherland über dem primitiven Gneisse der Westküste in discordanter Lagerung erst cambrische Conglomerate und Sandsteine, dann untersilurische Quarzite und Kalksteine liegen, welche letztere in concordanter Lagerung von einem sehr ausgedehnten und mächtigen, aus Glimmerschiefer, Gneiss und Chloritschiefer bestehenden Schichtensysteme bedeckt werden, das sich vom Cape Wrath bis an die Gränzen von Caithness und Ross-shire erstreckt. Am Loch Broom bei Ullapool, am Loch Assynt, am Loch Glencoul und an vielen anderen Stellen ist die regelmässige Auflagerung dieser jüngeren Gneissbildung auf den Schichten der Untersilurformation vortrefflich zu beobachten; ja, unweit Durness kann man sie von Whiten Head bis an das Ende des Loch Eribol auf 10 engl. Meilen weit verfolgen. Diese concordanten Auflagerung wegen betrachtet Murchison die ganze Bildung als ein System von metamorphosirten untersilurischen Schichten, während wir in ihr nur eine postsilurische Gneissformation erkennen möchten. Auch die in den Grafschaften Ross, Inverness, Dumbarton, Banff, Argyll und Aberdeen, sowie die auf den Shetland-Inseln vorkommenden geschichteten Silicatgesteine gehören grösstentheils dieser neueren Gneissformation an. James Nicol, im *Quart. Journ. of the geol. soc.* *vol.* 13, 1857, *p.* 17 ff. Murchison, *ibidem*, *vol.* 15, 1859, *p.* 382, sowie Siluria, 3. *edition*, 1859, *p.* 195 ff. und *p.* 553 ff.

Neuere Gneissbildungen in den Alpen. Mitten in den Centralmassen der Alpen, am Montblanc, an der Grimsel, am St. Gotthardt u. s. w. treten mächtige Ablagerungen eines eigenthümlichen Gneisses (I, 551) auf, die sich im Allgemeinen als colossale Lenticularstöcke beschreiben lassen, innerhalb welcher das Gesetz eines fächerförmigen Schichtenbaues zur Ausbildung gebracht ist. Mit ihren Seiten lehnen sich diese Fächer gewöhnlich an sedimentäre Kalksteine an, zwischen denen sie wie aufrecht stehende Keile eingeklemmt sind*).

*) Man vergleiche den im ersten Bande S. 941 stehenden Holzschnitt, welcher ein ideales Profil dieser Verhältnisse darstellt; Verhältnisse, welche seit Horace Saussure bis in die neueste Zeit von den ausgezeichnetsten Alpinischen Geologen nachgewiesen, und in Studer's Meisterwerk über die Alpen ausführlich dargestellt worden waren, so dass es auffallen musste, als Sharpe, im *Quarterly Journal of the Geological Society* (*vol. XI*, 1855, *p.* 11) mit einer Abhandlung hervortrat, in welcher er die Auffassung dieser Verhältnisse, zunächst für den Montblanc, zu widerlegen, und allen seinen Vorgängern den Irrthum aufzubürden suchte, Schichtung und Schieferung verwechselt zu haben. James Forbes

So verhält es sich mit dem Gneissfächer des Montblanc am Fusse des Col de Géant, und eben so mit den Gneissfächern an der Grimsel und am St. Gotthardt. Allein am östlichen Ende des erstgenannten Gneissstockes, am Mont Catogne, fand Studer das entgegengesetzte Verhältniss, d. h. der Gneiss bildet daselbst ein giebelförmiges Schichtensystem, an dessen Seiten sich die Kalksteine anlehnen. »Wo also die Gneissmasse am mächtigsten entwickelt ist, da erscheint sie aufgelagert; wo sie sich erniedrigt und in geringerer Breite auftritt, da wird der Kalk vertical, oder er ist aufgelagert.« Dieselben Verhältnisse lassen sich noch deutlicher längs der Gränze der Finsteraarhorn-Masse erkennen; denn während an der Jungfrau, in Grindelwald, Urbach und Hasli der Gneiss in meilenweiter Ausdehnung dem Kalksteine aufgelagert ist, so kehrt sich im Wallis, unterhalb Naters bis Leuk, an der Gemmi und im Gasterenthale das Verhältniss um.

Studer betrachtet die Auflagerung des Kalksteins auf dem Gneisse, wie solche an denen sich auskeilenden Enden der grossen Gneissstöcke hervortritt, als das eigentlich normale oder anfängliche Verhältniss, und ist der Ansicht, dass diese Gneissmassen da, wo sie eine grössere Mächtigkeit und Höhe gewinnen, den Kalkstein umgebogen und unter ihre eigenen Massen gedrängt haben; eine Ansicht, welcher man wohl unbedingt beistimmen muss. »Denn auf diesen gewaltigen Druck, der vom Innern jener Centralmassen auf das zu beiden Seiten anstossende Gebirge ausgeübt worden ist, weisen alle Verhältnisse hin.« (Neues Jahrbuch für Min. u. s. w. 1847, S. 179 f.) Als eine, wohl nicht ganz bedeutungslose Erscheinung verdient noch erwähnt zu werden, dass diese oft so granitähnlichen Gneisse neben ihrer höchst ausgezeichneten Schichtung bisweilen eine sehr wohl erkennbare Streckung besitzen, und dass die Richtung dieser linearen Parallelstructur, so weit meine zwischen Guttannen und Obergestelen, zwischen Airolo und Amsteg angestellten Beobachtungen reichen, fast überall mit der Falllinie oder Aufsteigungslinie der Schichten sehr nahe zusammenfällt.

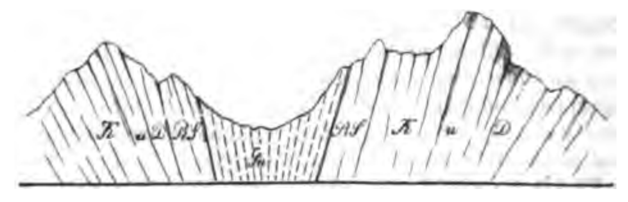
Eine andere sehr merkwürdige Erscheinung, deren Kenntniss wir Studer verdanken, ist die räthselhafte Verbindung dieser centralen Gneissmassen der Alpen mit Quarziten, Quarzsandsteinen und eigenthümlichen Conglomeraten, welche Gesteine stets an beiden Enden, also jenseits der Auskeilungspuncte, und in der verlängerten Axe dieser Gneissstöcke auftreten. »Welches nun auch der Ursprung dieser Quarzite und Conglomerate sein mag, so kann derselbe offenbar nicht von demjenigen des Gneisses getrennt werden; beide, dem ersten Anschein nach so verschiedenartige Gesteine müssen Producte desselben Processes sein.« (Neues Jahrb. für Min. u. s. w. 1844, S. 450.)

Aus allen Verhältnissen dieser Alpinischen Gneisse ergiebt sich nun wenigstens so viel, dass sie jünger sind, als die sie einschliessenden Kalksteine, d. h. dass sie erst nach der Bildung und Festwerdung dieser letzteren ihren gegenwärtigen Ablagerungsraum eingenommen haben. Diese Kalksteine sind aber nicht älter, als die Liasformation. Folglich müssen wir die Existenz mächtiger Gneissmassen zugeben, deren Bildung mindestens erst nach der Periode der Liasformation Statt

---

diese Abhandlung einer strengen Kritik unterworfen, und gezeigt, wie ungegründet die Zweifel sind, welche Sharpe gegen die Richtigkeit der früheren Beobachtungen geltend zu machen suchte; die fächerförmige Structur der Protoginstöcke, und ihre gleichförmige Auflagerung auf den sedimentären Gesteinen sei eine ganz unzweifelhafte Thatsache, u. s. w. *The Edinb. new Philos. Journ. III*, 1856, *p.* 189 ff.) Auch hat Favre nochmals bewiesen, dass der Gneiss des Montblanc über dem Kalksteine liegt, dessen Schichten wirklich unter ihm einschiessen; ja, Ruskin hat sogar an mehren Stellen der Auflagerung tiefe Einschnitte ausführen lassen, durch welche die Sache ausser allem Zweifel gestellt worden ist. *Proceedings of the Roy. Soc. of Edinb. vol. IV, p.* 82 f.

fand, obwohl andere Verhältnisse auf ein noch weit jüngeres Alter schliessen lassen. Da nun für eine eruptive Entstehung dieser Centralgneisse der Alpen vielleicht noch keine ganz hinreichenden Beweise vorliegen, so pflegt man sie gleichfalls für metamorphosirte Sedimentbildungen zu erklären*), und Studer selbst, welcher sie gar nicht mehr als geschichtete Gneisse, sondern als schiefrige Granite betrachtet, glaubt in ihnen das Extrem der Umwandlung ursprünglich neptunischer Schichten annehmen zu müssen; (Lehrb. der physik. Geogr. II, 153). Wir lassen diese Ansicht auf sich beruhen, begnügen uns mit dem Resultate, dass diese Gneissbildung jedenfalls einer, verhältnissmässig sehr neuen Formation angehört und geben noch zum Schlusse ein von Studer entlehntes Bild des aus Gneiss und Glimmerschiefer bestehenden Fächers, welcher in Graubünden, am Ausgange des Val Tuors bei Bergün, als die südwestliche und bereits sehr verschmälerte Fortsetzung des mächtigen Gneissstockes der Scaletta entblöst ist, und zunächst zwischen rothen Sandsteinen eingeklemmt erscheint, welche beiderseits von den Kalksteinen und Dolomiten des Albulahorns und der Raveschkette getragen werden.



Raveschkette Val Tuors Albulakette
Gn, Gneiss, *RS*, Rother Sandstein, *K u D*, Kalkstein u. Dolomit.

Dass diese Gneissschichten, welche auch Studer für wirkliche Schichten erklärt, ursprünglich horizontal gewesen, und erst später in ihre gegenwärtige Stellung versetzt worden seien, diess ist wohl eben so schwer zu begreifen, als die angebliche Bildung derselben durch Umwandlung von Schieferthonen oder Sandsteinen.

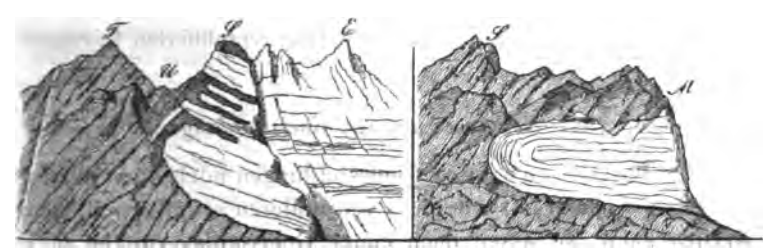
Unmöglich können wir die Betrachtung der Alpinischen Gneisse verlassen, ohne die höchst denkwürdigen, um nicht zu sagen, wunderbaren Erscheinungen erwähnt zu haben, welche für gewisse dieser Gesteine**) durch Ueberschiebungen und andere gewaltsame Dislocationen längs ihrer Gränze gegen den Kalkstein hervorgebracht worden sind. Die erste Kunde von diesen Er-

*) So wie auch Rozet, in seinem *Mémoire sur les Alpes françaises* (*Bull. de la soc. géol. t. 12, 1855, p. 282 ff.*) die Talkschiefer, Glimmerschiefer und Gneisse der französischen Alpen, welche sich vom Thale der Ubayette über den M. Viso bis jenseits des M. Cenis erstrecken, für metamorphosirte Schichten der Lias- und Jura-Formation erklärt, deren Metamorphose er besonders den Serpentin-Eruptionen zuschreibt. Eben so ist Stur geneigt, die, theils in giebelförmigen, theils in kuppelförmigen Schichtensystemen ausgebildeten Centralstöcke der Salzburger Alpen als metamorphische Gebilde zu betrachten, welche durch einen, erst nach der Triasperiode in Wirksamkeit getretenen metamorphosirenden Process aus alten Schiefern und Grauwacken entstanden. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, V, 1854, S. 852. Auch Pichler ist der Ansicht, dass sich in Tyrol der Gneiss aus den ihn umgebenden Schiefern durch eine fortschreitende Metamorphose entwickelt habe und daher von diesen Schiefern als eine besondere Formation gar nicht zu trennen sei. Beiträge zur Geognosie Tirols, 1859, S. 183.

**) Wir sagen: für gewisse dieser Gesteine, weil es uns noch nicht in allen Fällen erwiesen zu sein scheint, dass es Massen des Centralgneisses sind, welche diese Ueberschiebungen erfahren haben.

scheinungen verdankt man dem wackeren Hugi*), dessen Beobachtungen später besonders von Studer wiederholt, vervollständigt und theilweise berichtigt worden sind, weshalb wir auch die nachfolgende bildliche und wörtliche Darstellung zweier Beispiele aus des Letzteren trefflichem Lehrbuche der physikalischen Geographie entlehnen**).

Schon im ersten Bande (S. 932) wurde der merkwürdigen Ueberlagerung des Kalksteins durch gneissartige Gesteine im Haslithale gedacht, und dabei bemerkt, dass ähnliche, aber zum Theil noch weit auffallendere Verhältnisse an vielen Puncten zu beobachten sind, weshalb sie schon Hugi als ganz allgemeine Erscheinungen in den Schweizer Alpen bezeichnete. Ein paar besonders ausgezeichnete Beispiele finden sich am Mettenberge bei Grindelwald und auf der Höhe des Urbachsattels bei Rosenlaui.



Erscheinungen
am Stellihorne. am Mettenberge.
T Tossenhorn, *U* Urbachsattel, *S* Kleines Schreckhorn,
S Stellihorn, *E* Engelhorn. *M* Mettenberg.

Am klarsten, sagt Studer, sind die Verhältnisse an dem Abfalle des Urbachsattels gegen das Urbachthal aufgeschlossen. Das gneissartige Gestein des Tossenhornes greift hier in mehren, zum Theil wohl 1/2 Stunde langen Verzweigungen in das Kalkgebirge des Stellihornes ein, und hat dasselbe zum Theil auch umgewandelt: doch ist die nordöstlich fallende Schichtung des Kalkes deutlich geblieben, und ihr parallel erstrecken sich auch die Keile des Gneisses. Diese aber sind dergestalt schiefrig abgesondert, dass ihre Schieferung der allgemein herrschenden des dortigen Gneisses (am Tossenhorne, im Urbachthale) parallel, 45° in Süd fällt, und folglich die Gneisskeile unter sehr starken Winkeln durchschneidet. Einer der Kalkkeile ist gebrochen, und sein südliches Ende folgt der Schieferung des Gneisses. Höchst auffallend ist die zwar nicht ganz fehlende, aber doch weit unter der Erwartung bleibende metamorphische Einwirkung auf den Kalk. Auf beiden Seiten von Gneiss umschlossene Kalkstraten, von kaum mehr als einem Zoll Dicke, haben weder die graue Farbe, noch den unkrystallinischen sedimentären Charakter verloren; deutlich erhaltene Belemniten und Ammoniten finden sich fast an der Contactfläche; nur an wenigen Stellen ist der Kalk gefärbt, dolomitisch, von Talkblättern durchzogen, oder krystallinisch, aber auch im letzteren Falle selten weiss, meist noch grau oder schwarz; von Granat, Vesuvian, Epidot und anderen Contactbildungen sieht man keine Spur.

*) Naturhistorische Alpenreise, 1830, S. 29 ff.

**) Bd. II, S. 157, womit auch die früheren Mittheilungen im *Bull. de la soc. géol.* 2. *série IV*, 1847, p. 208 ff. zu vergleichen sind, an welche sich interessante Discussionen von Martins und Rozet anschliessen.

Am Mettenberge ist eine mächtige Kalksteinmasse knieförmig zu einem liegenden Sattel (I, 885) umgebogen, welcher dem Thale von Grindelwald einen Absturz von wenigstens 3000 F. Höhe zukehrt; die Schichtung des Kalkes lässt sich deutlich nach der ganzen Biegung verfolgen, und man überzeugt sich auf der Höhe des Berges, dass dort die Schichtenfolge verkehrt liegt gegen die am Fusse bei Stieregg beobachtete. Aber hier wie auf der Höhe zeigt der dem Kalksteine angränzende Gneiss eine Parallelstructur und Schichtung, deren Ebene ungefähr 45° in Süd fällt; es ist diess die allgemeine Structur des dortigen Gneissgebirges, welche sich unter, neben und über dem Kalke vollkommen gleich bleibt, ohne die geringste Beziehung zu der Lagerung erkennen zu lassen.

Eine naturgemässe Erklärung dieser und ähnlicher Erscheinungen der Alpenwelt dürfte wohl nur in grossartigen Hebungen, Verschiebungen und Ueberstürzungen zu finden sein, welche den Gneiss und das ihm aufgelagerte Kalksteingebirge zu einer Zeit betrafen, da der Kalkstein noch hinreichende Biegsamkeit und Weichheit besass, um ein solches Ueberschlagen seiner Schichten, wie am Mettenberge, oder eine solche Eintreibung der keilförmig zersplitterten Gneissmasse, wie am Stellihorne, zu gestatten*).

§. 292. *Neuere eruptive Gneissbildungen.*

Obwohl das Dasein eruptiver Gneissbildungen noch nicht mit derjenigen Evidenz dargethan worden ist, wie diess von anderen eruptiven Bildungen behauptet werden kann, so lassen doch einige Gneissablagerungen solche Verhältnisse der Lagerung, oder auch solche Beziehungen zu anderen Gesteinen erkennen, wie sie gewöhnlich nur bei Graniten und ähnlichen eruptiven Felsarten beobachtet werden.

Poulett Scrope hat sich schon seit dem Jahre 1825 für die Wahrscheinlichkeit ausgesprochen, dass es wohl auch eruptive Gneisse gebe; dieselbe Ansicht suchte ich in einer Abhandlung im Neuen Jahrb. für Min. 1847, S. 297 ff. geltend zu machen; Scrope hofft, dass sie auch von anderen Geologen einer unbefangenen Prüfung und Erwägung gewürdigt werden dürfe. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. XII, p.* 350.

Manche Gneisse sind in der That gar nichts Anderes, als eine äussere Umhüllung, eine Gränz- oder Contactmodification von eruptiven Granitmassen, welche, obwohl im Innern vollkommen granitisch, so doch nach aussen hin eine mehr oder weniger deutliche Parallelstructur und Schichtung entwickeln und eben dadurch in Gneiss übergehen. Dass nun aber ein solcher Gneiss mit demselben Rechte als eine eruptive Bildung gelten muss, wie derjenige Granit von welchem er nur einen integrirenden Theil ausmacht, diess bedarf wohl keines Beweises.

Wir haben bereits oben S 58 aus mehren Gegenden dergleichen dem Granit zugehörige Gneissbildungen erwähnt, welche trotz ihrer zum Theil beschränkten Ausdehnung doch insofern alle Aufmerksamkeit verdienen, als sie uns Beispiele von wirklich eruptiven Gesteinen vorführen, die nach allen ihren Eigenschaften a[…]

*) Die analogen, obwohl lange nicht so merkwürdigen Erscheinungen, welche in d[en] Französischen Alpen bei Oisans vorliegen, erklärte auch Cordier für *superpositions renversées postérieurement à la formation des deux terrains en contact. Bull. de la soc géol. VII. p.* 65

Gneiss bezeichnet werden müssen, wenn man auch versuchen sollte, sie durch andere Benennungen, wie etwa schiefriger Granit, aus der Kategorie der Gneisse zu eliminiren. Diese unzweifelhaft eruptiven Gneisse liefern einen schlagenden Beweis gegen die Allgemeingiltigkeit der Ansicht, dass die Gneisse und die mit ihnen verwandten Gesteine überall nur metamorphische Gebilde seien, ja, sie machen es gar nicht unwahrscheinlich, dass vielleicht manche der im vorhergehenden Paragraphen betrachteten Gneissbildungen künftig gleichfalls als eruptive Producte anerkannt werden dürften. Es unterliegt z. B. gar keinem Zweifel, dass der Gneiss des St. Gotthardt bei Gestinen alle Parallelstructur verliert, und als ein vollkommen granitisches Gestein, mit durchaus richtungsloser Structur ausgebildet ist, während er umgekehrt an seinen Gränzen, gegen Airolo und Amsteg, oft einen sehr glimmerschieferähnlichen Habitus entfaltet; (Neues Jahrb. für Min. 1847, 308).

Auch David Forbes ist geneigt, einen Theil des norwegischen Gneisses für eine eruptive Bildung zu halten. Er unterscheidet dort einen metamorphischen Gneiss, welcher aus Schiefern im Contacte mit Granit entstand, und einen Granitgneiss oder schieferigen Granit, in welchem die Glimmerblätter parallel liegen. Dieser letztere sei sehr gut bei Edisvand zu beobachten, wo er colossale Fragmente von Hornblendschiefer und Glimmerschiefer umschliesst; an manchen Stellen verliere er alle Parallelstructur, und erscheine als Granit; an anderen Stellen treibe er Gänge in den Schiefer, welche gleichfalls granitähnlich erscheinen; allein der Uebergang sei so allmälig, dass keine Gränze gezogen werden könne. Uebrigens meint er, dieser Gneiss sei nicht geschichtet, sondern nur *foliated*. Auch den Gneiss des Christiania-Fjordes und der Gegend von Skeen rechnet er hierher. *Om den saakaldte Urformation ved Norges Sydkyst*, 1857. Dass auch der rothe Gneiss des Erzgebirges von manchen Geognosten für eine eruptive Bildung gehalten wird, ist bekannt. Vergl. Neues Jahrb. für Min. 1854, S. 41 und 44.

Es bleibt gewiss eine sehr beachtenswerthe Erscheinung, dass manche Gneisse und Hornblendschiefer scharfkantige Bruchstücke anderer Gesteine umschliessen, und es verdienen derartige Vorkommnisse wohl immer eine sorgfältige Untersuchung ihrer anderweiten Verhältnisse. Weil in den eruptiven Graniten dergleichen Bruchstücke zu den ziemlich häufigen Einschlüssen gehören, so liegt, bei der nahen Verwandtschaft zwischen Granit und Gneiss, die Vermuthung nicht ganz fern, dass wenigstens einige von denen, durch ähnliche Einschlüsse ausgezeichneten Gneissen ebenfalls eruptiver Entstehung sein dürften.

In der That sprach sich auch Darwin für die Möglichkeit aus, dass der Gneiss von Bahia und Rio-de-Janeiro, welcher einzelne Fragmente anderer Gesteine enthält, wohl eher eine eruptive, als eine metamorphische Bildung sein möge*). Schon früher hat Cotta deutliche Bruchstücke von Grauwackenschiefer im Gneisse des Goldberges bei Goldkronach nachgewiesen**), welcher

*) *Geol. observations on South America*, p. 141 ff. Derselben Ansicht ist auch Frapolli für solche Gneissbildungen, welche Fragmente umschliessen, oder Gänge bilden. *Bull. de la soc. géol. 2 série, IV*, 1847, p. 617.

**) Später habe ich selbst von dorther Belegstücke eines hellgrauen Gneisses mitgebracht, welcher scharfkantige Fragmente und Splitter eines schwarzen Thonschiefers enthält; am Fürstensteine steckt eine fast lachtergrosse Thonschiefermasse im Gneisse, während zugleich über ihr viele, ganz schmale Thonschieferbänder den Gneiss unter sehr räthselhaften Verhältnissen durchziehen.

der grossen Münchberger Gneissbildung so nahe liegt, dass man zwischen beiden einen innigen Zusammenhang vermuthen möchte; (Neues Jahrb. für Min. 1843, 175). Diess erinnert an den sehr verworren flasrigen Gneissstock, welcher im Striegisthale unweit Freiberg, bei der unteren Bräunsdorfer Wäsche, auf der Gränze des Glimmerschiefers und der Uebergangsformation eingeklemmt ist, weil selbiger gleichfalls an seiner hangenden Gränze grosse fragmentähnliche Partieen und Schollen eines ganz grauwackenschieferähnlichen Gesteins umschliesst, und dadurch, sowie durch die fast verticale Schichtenstellung des unmittelbar angränzenden, und durch die sehr starken Windungen des darauf folgenden Grauwackenschiefers die Vermuthung zu rechtfertigen scheint, dass er erst nach der Bildung der Grauwacke, auf der Gränze zwischen ihr und dem Glimmerschiefer, als eine eruptive Bildung hervorgetrieben worden sei.

Der zu seiner Zeit ganz richtige Ausspruch Macculloch's, das wirkliche Fragmente im Gneisse noch nicht gefunden worden seien, hat also gegenwärtig keine Giltigkeit mehr. Auch wurden bereits oben S. 107, ausser denen von Darwin beobachteten Thatsachen, noch andere hierher gehörige Erscheinungen erwähnt, welche, wenn sie auch vielleicht auf andere Weise gedeutet werden müssen, doch wenigstens einen weichen oder plastischen, die Aufnahme von Fragmenten ermöglichenden Zustand derjenigen Gesteine beweisen, in welchen solche Einschlüsse beobachtet worden sind.

Bei dem Interesse, welches sich an dergleichen Vorkommnisse knüpft, glauben wir noch an ein paar Beispiele erinnern zu müssen. — Unweit Messina bei Trippi sah Fr. Hoffmann einen Gneiss voll grosser, stumpfeckiger, grauer Quarzstücke; auch fügt er hinzu, dass in diesem Gesteine schwarze, stark seidenglänzende Thonschieferbrocken unregelmässig eingeschlossen sind, wodurch die fremdartige und fragmentare Natur dieser Einschlüsse ausser allem Zweifel gesetzt wird. (Geogn. Beobb. gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien, 1839 S. 339.) — In einem sehr colossalen Maassstabe scheint sich nach Dufrénoy dieselbe Erscheinung bei le-Saillant, unweit Alassac in Centralfrankreich, zu wiederholen. Dort werden nämlich Dachschieferbrüche in einer grossen, fragmentähnlich contourirten Thonschiefermasse betrieben, welche nach oben und zu beiden Seiten von Gneiss umgeben und mit demselben auf das Innigste verwachsen ist; *les deux roches sont presque soudées ensemble*, sagt Dufrénoy). Mag man nun hier wirklich ein colossales Fragment, oder nur eine hervorstossende Kuppe von Thonschiefer voraussetzen, jedenfalls spricht diese merkwürdige Thatsache dafür, dass dieser Gneiss eine neue, und gewiss keine metamorphische Bildung ist (*Explic. de la carte géol. de la France, I,* 127). — Vielleicht ist auch eine Erscheinung hierher zu ziehen, von welcher Elie-de-Beaumont berichtet; (*ibidem* 315. Der Gneiss bei Val-d'Ajol in den Vogesen, welcher oft granitartig ist, enthält nämlich mehre kleine Partieen von Schiefer und Grauwacke, zum Theil mit etwas Anthracit; was Elie-de-Beaumont als einen Beweis für die metamorphische Bildung dieses Gneisses betrachtet.

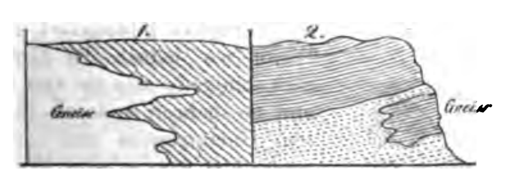
Wo der Gneiss in der Form von unzweifelhaften Gängen, also mit wirklich durchgreifender Lagerung, auftritt, da wird man ihm kaum eine andere Entstehungsweise zuschreiben können, als diejenige, welche man für Granitgänge oder Phonolithgänge anzunehmen pflegt. Das Verhältniss scheint zwar nur äusserst selten vorzukommen, ist aber doch in einigen Fällen beo-

bachtet werden. An solche gangförmige Gneissbildungen schliessen sich aber diejenigen unmittelbar an, von deren Gränzen Apophysen in das Nebengestein auslaufen.

Ausser dem S. 107 erwähnten Vorkommnisse ist wohl auch der vorhin genannte Gneissstock im Striegisthale hierher zu rechnen, dessen Verhältnisse in der That von der Art sind, dass man ihn für einen, zwischen den Glimmerschiefer und den Grauwackenschiefer eingeschobenen Gangstock erklären möchte. Ein sehr interessantes Beispiel von Gneissgängen beschrieb Alexander von Humboldt aus der Gegend von Antimano in Venezuela; dort wird der Glimmerschiefer von Gängen durchsetzt, welche, bei 36 bis 48 Fuss Mächtigkeit, aus einem mit grossen Feldspathkrystallen erfüllten Gneisse bestehen, in welchem Dioritkugeln stecken, die sehr reich an rothen Granaten sind; (Reise in die Aequinoctialgegenden III, 54). Jameson erwähnt, dass er schon vor vielen Jahren in den schottischen Hochlanden mächtige Gneissgänge im Gneisse beobachtet habe. Ueberhaupt müsse man gegenwärtig dreierlei Gneissformationen unterscheiden: Primitiven Gneiss, als die tiefste und fundamentale Formation, Uebergangs-Gneiss, welcher auf Grauwacke, Thonschiefer u. dergl. aufliegt, und Secundären Gneiss, welcher dem Lias aufgelagert ist, wie z. B. in den Alpen. *The Edinb. new philos. Journ. vol. 52, 1852, p. 350.*

Fournet, welcher sich überhaupt für die Möglichkeit eruptiver Gneisse ausgesprochen hat, behauptet, dass es in den Bergen von Izeron wahre Eruptionsgneisse giebt, welche andere gneissartige Gesteine gangartig durchsetzen; (Neues Jahrb. für Min. 1838, 159). Derselbe Geolog berichtet, dass in den französischen Alpen bei Rioupéroux an der Romanche der Protogin*) ganz entschiedene Gänge in den dasigen dioritischen und talkigen Gesteinen bilde, und dass auf den Höhen des Col-de-la-Pisse Gänge von feinkörnigem Protogin innerhalb einer grobkörnigen Varietät desselben Gesteins, sowie in der Combe de Malval, zwischen la Grave und le Dauphin, ähnliche Gänge im Gneisse aufsetzen, welche sogar Bruchstücke dieses Gneisses umschliessen; (*Mém. sur la Géol. des Alpes entre le Valais et l'Oisans*, p. 73).

Dass der Gneiss gegen sein geschichtetes Nebengestein unter abnormen Verhältnissen begränzt ist, wie es sonst nur bei eruptiven Gesteinen vorzukommen pflegt, diess gehört gleichfalls zu den sehr seltenen Vorkommnissen. Nachstehender Holzschnitt giebt in Fig. 1 die Darstellung eines solchen Verhältnisses aus Toskana, nach einer Skizze von Savi; der Gneiss greift in den angränzenden Verrucano mit keilförmigen Apophysen stellenweise weit hinein**); (Neues Jahrb. 1840, 541).



Gneiss von abnormen Verbandverhältnissen.

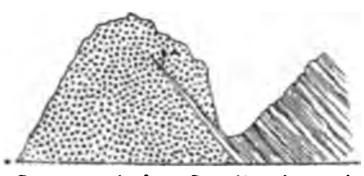
*) Hierbei mag daran erinnert werden, dass der Protogin gewöhnlich weit mehr ein gneissartiges, als ein granitartiges Gestein ist. Man vergleiche die Charakteristik, welche Necker in der *Bibl. univ. de Genève, sc. et arts, t. 33, p. 66* gegeben hat, auf welche sich auch Fournet bezieht.

**) Leider ist in der von Klöden mitgetheilten Skizze die Richtung der Parallelstructur des Gneisses nicht angedeutet.

Wer möchte wohl hier dem Gedanken Raum geben, dass der Gneiss ein metamorphisches, aus dem Verrucano hervorgegangenes Gestein sei? — Die zweite Figur stellt eine analoge Erscheinung dar, welche Credner in Oberkärnthen, im Thale der kleinen Fleiss unweit Heiligenblut, beobachtete. Dort ruht nämlich gleichförmig über dem Glimmerschiefer eine, mindestens 120 F. mächtige Ablagerung eines sehr feinkörnigen, an rothen Granaten reichen, und überhaupt ganz granulitähnlichen Gneisses; allein am rechten Thalgehänge, unterhalb des Pochwerkes, drängt sich in den Glimmerschiefer eine zweite, gegen 80 Fuss mächtige Masse desselben Gesteins, welche sehr bald mit mehren keilförmigen Ausläufern zu Ende geht, zwischen denen die Schieferschichten gekrümmt, verworren und ganz abweichend von der gleichförmigen Lagerung erscheinen, mit welcher sie auch diese Masse nach oben und unten begränzen.

Eine der grossartigsten von denjenigen Gneiss-Ablagerungen, welche höchst wahrscheinlich als eruptive Bildungen betrachtet werden müssen, ist jener merkwürdige Zug von Gneissgranit, welcher hoch oben in Norwegen, zwischen dem 68. und 70. Breitengrade, die Inselkette der Lofoten nebst einem Theile des angränzenden Festlandes bildet, und von Vardöe bis Röst eine Längenausdehnung von fast 60 geogr. Meilen erreicht.

Diese, auf den Inseln zu mehr als 3000 Fuss Höhe aufsteigende Granitgneissbildung ist höchst ausgezeichnet durch ihre grandiosen, abschreckenden und bizarren Felsformen. Man sieht verwegene Gipfel und freistehende Pyramiden; man sieht Felswände, die in ihrer Steilheit und glatten Nacktheit Schrecken einflössen. man sieht wunderbare Spitzen und Steinsäulen, welche der Fabel Stoff gegeben haben, und vielleicht noch jetzt den Aberglauben beschäftigen. Auf Fuglöe haben die hohen schlanken Spitzen fast die Form einer zweischneidigen Messerklinge, bei welcher man oft über die Dünnheit der Masse erstaunen muss, welche um so merkwürdiger ist, als die breiten Seitenflächen dieser Felsen nicht etwa den Schichten parallel sind, sondern solche fast rechtwinkelig durchschneiden. Auch findet man in diesen wunderbaren Bergen oft natürliche Oeffnungen, Durchbrüche und Höhlen. Es ist aber ein bald mehr granitisches, bald mehr gneissartiges, ein hier deutlich, dort gar nicht geschichtetes Gestein, welches diese merkwürdige Felsenwelt bildet; ein Gestein, in welchem, ungeachtet seiner grossen Ausdehnung, ausser mehren Graphitlagern, fast keine untergeordneten Lager bekannt sind, und welches dem primitiven Gneisse oder dem Glimmerschiefer meistentheils gleichförmig aufgelagert erscheint. Keilhau, aus dessen trefflichen Schilderungen das Vorstehende entlehnt ist, glaubt, dass hier jeder Gedanke an eine eruptive Bildungsart zurückgewiesen sei. Wenn wir jedoch die Gränzverhältnisse berücksichtigen, wie sie von Keilhau auf Engelöe und an mehren anderen Stellen zwischen diesem Gneissgranite und dem Glimmerschiefer beobachtet worden sind, Verhältnisse, auf deren beistehende bildliche Darstellung er selbst kein geringes Gewicht legt, so möchten wir in ihnen wohl eher einen Beweis für, als gegen die eruptive Entstehung dieses Gneissgranites der Nordlande finden. Das Bild ist zwar nur aus der Ferne aufgenommen, lässt aber um so mehr vermuthen, dass das dargestellte Verhältniss in einem ziemlich grossen Maassstabe ausgebildet sein muss.



Gränze zwischen Granitgneiss und Glimmerschiefer auf Engelöe.

§. 293. *Neuere metamorphische Bildungen von Gneiss, krystallinischen Schiefern u. s. w.*

Viele Gesteine, welche uns jetzt als Gneiss, Glimmerschiefer, körniger Kalkstein erscheinen, hatten ursprünglich eine ganz andere Beschaffenheit, und sind erst in Folge späterer, metamorphischer Einwirkungen zu ihrem gegenwärtigen petrographischen Habitus gelangt. Es waren besonders Glimmerschiefer, Thonschiefer und feine Grauwackenschiefer, wohl auch Schieferthone, Mergelschiefer und dichte Kalksteine, welche solchen Metamorphosen unterlagen; Metamorphosen, die wesentlich in einer inneren Umkrystallisirung bestanden, durch welche diese, ursprünglich kryptokrystallinischen oder auch pelitischen Gesteine theils eine Steigerung der bereits vorhandenen, theils eine Entwickelung der früher noch gar nicht vorhandenen krystallinischen Structur erhalten haben. Daher erscheinen denn diese Gesteine gegenwärtig mit solchen Eigenschaften, welche ihnen allen eine grosse Aehnlichkeit mit den krystallinischen Gesteinen der primitiven Formation verleihen, obwohl sie, mit Ausnahme der metamorphosirten Glimmerschiefer und alten Thonschiefer, grossentheils weit neueren Formationen angehören.

Als die eigentliche Ursache dieser Metamorphosen lassen sich nun in den meisten Fällen grössere Ablagerungen von plutonischen oder eruptiven Gesteinen, und zwar besonders von Graniten, Syeniten und anderen, ihrer pyrogenen Entstehung nach wohl zweifelhaften Gesteinen mit solcher Evidenz erkennen, dass die Existenz eines solchen Causalzusammenhanges als vollkommen erwiesen gelten muss, wenn uns auch die Modalität desselben, d. h. die Qualität der dabei wirksam gewesenen Processe, oder der eigentlich Statt gefundene *modus operandi* der Natur bis jetzt noch mehr oder weniger räthselhaft geblieben ist. Denn durch die blose Anerkennung einer inneren Umkrystallisirung, zu welcher uns freilich der Augenschein nöthigt, wird uns noch keine Erkenntniss des inneren Herganges dieser merkwürdigen Natur-Operation geboten. Wir wissen nur, dass eine solche, theils hylologische theils histologische Umwandlung Statt gefunden hat, ohne zu einer bestimmten Einsicht darüber gelangt zu sein, wie sie wohl eigentlich Statt gefunden habe. *)

Im Contacte und in der Umgebung grösserer Granitablagerungen sind also oftmals die Glimmerschiefer in gneissartige Gesteine, die Thonschiefer in Fleckschiefer, Knotenschiefer, Chiastolithschiefer, in fein- und grobschuppige Glimmerschiefer und in Cornubianit, die feineren Grauwackenschiefer und Schieferthone zum Theil in ähnliche Gesteine oder in Hornfels (I, 757), die Mergelschiefer in Kalkthonschiefer und Kalkglimmerschiefer, die dichten Kalk-

*) Selbst G. Bischof, welcher doch auf wenige Fragen in Betreff der Genesis der Gesteine eine Antwort schuldig zu bleiben pflegt, giebt zu, dass Erscheinungen vorkommen, bei denen wir nur sagen können: »es ist so, nicht aber, warum es so ist.« Nun, die oft auf mehre 1000 Fuss weit vorkommenden Umwandlungen gehören zu jenen Erscheinungen.

steine in körnige Kalksteine umgewandelt, und dabei nicht selten mancherlei krystallinische Mineralien, als neue accessorische Bestandtheile, gebildet worden. Diess sind lauter unläugbare Thatsachen. Aber vollkommen erklärt ist fast noch keine einzige dieser Thatsachen. — Ihre Erklärung bildet daher ein Problem für die zukünftige Forschung, und wird vorzugsweise mit Hilfe der Chemie zu erlangen sein, wenn solche, unter beständiger Berücksichtigung der von der Chthonographie und Geophysik constatirten Verhältnisse und Gesetze, genaue Analysen über vollständige Reihen von Umwandlungsgesteinen ausgeführt haben wird.

So wie wir die Umwandlungs-Pseudomorphosen der Mineralien unterscheiden, je nachdem sie mit oder ohne Verlust von ursprünglich vorhandenen, mit oder ohne Aufnahme von neu hinzugetretenen Stoffen erfolgt sind, so werden auch die metamorphischen Gesteine durch Bausch- und Bogen-Analysen besonders darauf geprüft werden müssen, ob die verschiedenen Glieder einer und derselben Umwandlungsreihe entweder einen Verlust, oder eine Aufnahme von Stoffen, oder auch keines von beiden erkennen lassen. Diess scheint uns der nächste Schritt zu sein, durch welchen die Chemie eine Erklärung jener räthselhaften Metamorphosen auszubahnen vermag, nachdem der erste Schritt durch G. Bischof's umfassende und gründliche Untersuchungen über die in den Pseudomorphosen wirksam gewesenen Zersetzungs- und Bildungsprocesse gethan worden ist. Dass auch auf diesem Gebiete die von Daubrée nachgewiesenen Wirkungen des überhitzten Wassers eine sehr grosse Bedeutung gewinnen werden, diess ist wohl nicht zu bezweifeln. Uebrigens lehren die, im ersten Bande S. 541 und 753 erwähnten Analysen von Carius, dass bei manchen dieser Metamorphosen wirklich weder eine Aufnahme noch ein Verlust von Stoffen Statt gefunden hat. Die Untersuchungen der geologischen Commission in Canada scheinen gleichfalls zu beweisen, dass die krystallinische Umbildung der dortigen primären Sedimentschichten ohne Einführung neuer Stoffe erfolgt ist, so dass nur neue Combinationen der bereits vorhandenen Stoffe, und innere Krystallisationsprocesse dabei wirksam gewesen sein dürften. Auch haben G. Bischof, Delanoue u. A. bewiesen, dass die zur Bildung krystallinischer Gesteine erforderlichen Stoffe oftmals schon alle in den sedimentären Gesteinen vorhanden waren.

Wenn nun aber auch solche Umwandlungen sedimentärer Schiefer zu Glimmerschiefer, Gneiss und anderen krystallinischen Silicatgesteinen als vollkommen erwiesen gelten müssen, so dürfen wir doch die von Fournet, Cotta u. A. gemachte Bemerkung nicht ganz übersehen, dass dergleichen metamorphische Gneisse und Glimmerschiefer doch gar häufig eine etwas eigenthümliche Gesteinsbeschaffenheit besitzen, durch welche sie sich von den gleichnamigen primitiven Gesteinen mehr oder weniger unterscheiden. Diese Bemerkung scheint sich namentlich für viele Glimmerschiefer zu bestätigen, welche durch eine Umbildung des Thonschiefers entstanden sind.

Da übrigens die wichtigsten der hierher gehörigen Erscheinungen des Metamorphismus bereits in der Allöosologie der Gesteine (I, 745—760) im Allgemeinen besprochen worden sind, und da es zweckmässiger sein dürfte, die besonderen Modalitäten derselben bei der Betrachtung derjenigen eruptiven Bildungen zur Sprache zu bringen, in deren Nachbarschaft und Umgebung sie gewöhnlich vorzukommen pflegen, so mag an gegenwärtigem Orte diese allgemeine Hinweisung auf dergleichen metamorphische Gesteine genügen.

Um jedoch später nicht abermals auf den Gneiss zurückkommen zu müssen, so nehmen wir hier noch Gelegenheit, gewisser metamorphischer Einwirkungen zu gedenken, welche nicht sowohl auf Granit, als vielmehr auf Protogin, Gneiss, und überhaupt auf gneissartige Gesteine zu beziehen sein dürften. Zwar betrachten viele Geologen diese gneissartigen Gesteine der Alpen insgesammt schon selbst als metamorphische Sedimentschichten, und es kann uns, die wir die Alpen nur auf einigen flüchtigen Wanderungen kennen gelernt haben, nicht einfallen, den Folgerungen eines Elie-de-Beaumont, eines Studer, eines Escher, und so vieler anderer berühmten Geologen etwas Anderes, als bescheidene Zweifel entgegen zu setzen. Allein so viel ist gewiss, dass sich im Contacte und mitten zwischen diesen gneissartigen Gesteinen der Alpen entschieden metamorphische Gesteine vorfinden, welche gegenwärtig als Glimmerschiefer oder Kalkglimmerschiefer erscheinen, während sie durch die in ihnen enthaltenen organischen Ueberreste ganz unzweifelhaft als ursprünglich sedimentäre, wahrscheinlich der Liasformation angehörige Gesteine charakterisirt sind.

Die erste hierher gehörige Beobachtung wurde bereits im Jahre 1814 von Charpentier und Lardy, diesen ausgezeichneten Alpinischen Geologen, gemacht. Sie entdeckten nämlich auf dem Nufenen-Passe, zwischen dem oberen Wallis und Tessin, einen dunkelgrauen, bisweilen mit Granat, noch öfter mit Couzeranit erfüllten sehr kalkreichen Glimmerschiefer, welcher mehr oder weniger deutliche, aus weissem feinkörnigem Kalkstein bestehende Belemniten umschliesst*). Dieser Kalkglimmerschiefer steht auf der Höhe des Passes in steilen Schichten an, welche unmittelbar an einen körnigschuppigen hellfarbigen Gneiss angränzen, der abwärts gegen Wallis im Eginenthale in einen grossflaserigen, durch zoll- bis fingerlange, hellgraue Feldspathkrystalle porphyrartigen Gneiss übergeht. Am Wege selbst sieht man den Glimmerschiefer nur selten auf längere Distanz in fortlaufenden Schichten anstehen, sondern gewöhnlich in zahllosen, wild über einander gestürzten Blöcken auf dem Gneisse liegen; viele dieser Blöcke sind in Folge der Verwitterung zu einem Haufen kleiner Schiefersplitter zerfallen. — Später sind auch dergleichen Belemniten von Escher im Glimmerschiefer der Furca, und von Studer am Berge Lukmanier in einem granatenführenden Glimmerschiefer gefunden worden.

Wenn wir bedenken, dass die colossalen Gneiss- und Protoginstöcke der Alpen in ihrem Innern nicht selten eine ganz granitartige Structur besitzen, während sie nach aussen in Glimmerschiefer, Talkschiefer und andere schieferige Silicatgesteine übergehen, wie die übereinstimmenden Beobachtungen von Brochant, Elie-de-Beaumont, Scipion Gras, Studer und Sismonda gelehrt haben, so finden wir, nur in einem weit grösseren Maassstabe, ein ganz ähnliches Verhältniss, wie es

* Die erste mir bekannte Mittheilung über diese höchst wichtige und folgenreiche Entdeckung von Charpentier und Lardy steht in einem Briefe an v. Leonhard, im Taschenbuche für Mineralogie, 1816, S. 808. Sie ist später vielfach bestätigt worden, und wer nur den Nufenen-Pass überschritten hat, dem werden auf der Seite nach Tessin zu die weissen Belemniten in dem schwärzlichgrauen glänzenden Schiefer aufgefallen sein. Dass das Gestein nicht gewöhnlicher Glimmerschiefer, sondern wirklich Kalkglimmerschiefer ist, wie ich dasselbe schon in der ersten Auflage dieses Lehrbuches nannte, diess wurde durch die Analyse von Stockar-Escher bewiesen, deren Resultat Scheerer im Neuen Jahrb. für Min. 1862, S. 48 mitgetheilt hat.

in kleinerem Maassstabe z. B. von Credner an den Granitstöcken des Schwarzathales (S. 58) beobachtet worden ist. Diese Analogie mit unzweifelhaften eruptiven Gesteinen verdient wohl nicht ganz ausser Acht gelassen zu werden.

Dritter Abschnitt.

Granitische Eruptiv-Formationen.

§. 294. *Einleitung.*

Da wir die Betrachtung der eruptiven Bildungen so weit als thunlich zwischen die der übrigen Formationen einzuschalten gedenken, so dürfte es zweckmässig sein, die granitischen Eruptivbildungen unmittelbar auf die bisher betrachteten Formationen folgen zu lassen, weil sie insbesondere mit den Gneissformationen so nahe verwandt sind, dass man bisweilen zweifelhaft darüber werden kann, ob sie nicht mit selbigen zu vereinigen sein möchten.

Wir fassen diese Bildungen unter dem Namen granitische Formationen zusammen, weil der Granit als ihr eigentlicher Repräsentant anzusehen ist, und weil auch ihre nicht als Granit erscheinenden Gebirgsglieder entweder durch petrographische Uebergänge und beständige Association, oder durch ihre mineralische Zusammensetzung mit dem Granite auf das Innigste verbunden sind.

Die frühere Ansicht, dass der Granit das allerälteste Gestein der uns bekannten Erdkruste sei, und dass ihm daher vorzugsweise der Name eines Urgesteins gebühre, ist durch spätere, fast in allen Gegenden der Erde ausgeführte Untersuchungen widerlegt worden; sie gilt nur noch für einen sehr kleinen Theil der granitischen Gesteine; nämlich für diejenigen Granite, welche der primitiven Gneissformation angehören, und daher bereits oben, S. 77 f. zur Erwähnung gekommen sind. Die meisten und bedeutendsten Granit-Ablagerungen aber sind eruptive Bildungen, sind jünger als die Uebergangsformationen, ja, manche derselben fallen in noch weit spätere Perioden. Daher kann man auch nicht blos von einer, sondern man muss von mehreren Formationen des Granites sprechen, obwohl alle diese, der Zeit nach verschiedenen Granitbildungen in ihren petrographischen und geotektonischen Eigenschaften dermaassen übereinstimmen, dass sich viele ihrer Verhältnisse gemeinschaftlich in Betrachtung ziehen lassen.

Schon Heim erklärte die zu seiner Zeit noch fast allgemein geltende Ansicht für abenteuerlich, dass der Granit uranfänglich und das Tiefste der Erde sei. »Ich weiss nicht,« fährt er fort, »wie der Granit eigentlich zu dem hohen Ansehen von Alter gelangt ist, welches ihm eingeräumt wird«; weiterhin nennt er den Gneiss und Glimmerschiefer die ebenbürtigen Brüder des Granites, und endlich sagt er: »Mit diesen Anmerkungen will ich den uralten Granit nicht necken (wie sich ein mineralogischer Schriftsteller auszudrücken beliebt) und ihm etwas von seinem wohlhergebrachten Ansehen entziehen.« (Geol. Beschr. des Thür. Waldgebirges, II 1798, S. 354 f.) Der grosse Göthe fand scherzhafter Weise ein Majestätsverbrechen

darin, dass man dem Granite sein Vorrecht der Erstgeburt streitig machen wolle, wie jene oft citirten Verse lehren:

> Wie man die Könige verletzt,
> Wird der Granit auch abgesetzt,
> Und Gneiss, der Sohn, wird zum Papa;
> Auch dessen Untergang ist nah, u. s. w.

Gegenwärtig ist die Dethronisirung des Granites, ohne irgend eine Hoffnung auf Restauration, als eine vollendete Thatsache zu betrachten.

Ausser den verschiedenen Granitformationen, mit welchen auch die Syenite zu vereinigen sind, ist noch besonders die Granulitformation als eine zu der Gruppe der granitischen Eruptiv-Formationen gehörige Bildung zu betrachten. Sie zeigt in allen ihren Verhältnissen sehr grosse Analogieen mit dem Gneisse; auch haben wir gesehen (S. 79), dass schon im Gebiete der primitiven Gneissformation Granulitablagerungen vorkommen, welche als innig mit ihr verbundene untergeordnete Gebirgsglieder gelten müssen. Dagegen lassen andere Granulitablagerungen so unzweideutige Beweise einer eruptiven Entstehung erkennen, dass sie als selbständige Bildungen von jenen primitiven Granuliten zu trennen sind.

Da nun aber auch diese Granulitbildungen in vieler Hinsicht den primitiven Formationen weit ähnlicher sind, als die Granite, so lassen wir ihre Betrachtung füglich vorausgehen.

Erstes Kapitel.

Eruptive Granulitformationen.

§. 295. *Ausdehnung, Reliefformen und Höhen der Sächsischen Granulitformation.*

Grössere Ablagerungen von eruptivem Granulit gehören nicht gerade zu den sehr häufigen Erscheinungen, und wurden wohl mit einiger Sicherheit bis jetzt nur in Sachsen und in den Vogesen nachgewiesen. Da nun die in Sachsen auftretende Granulitbildung diejenige sein dürfte, welche nach allen ihren Verhältnissen am genauesten erforscht und eben dadurch als eine eruptive Bildung erkannt worden ist, so werden wir uns zuvörderst mit ihr etwas ausführlicher beschäftigen*), und dann die Betrachtung der ganzen Formation mit einigen Bemerkungen über ähnliche Granulitbildungen beschliessen.

Die Sächsische Granulitformation bildet, wie schon von Weiss und Pusch bemerkt wurde**), ein beträchtliches Vorgebirge des Erzgebirges, oder viel-

---

* Die Verhältnisse der Sächsischen Granulitformation sind ausführlicher geschildert in der Geognost. Beschreib. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft I, 1—49, und Heft II, 1—57, woher auch das Folgende wesentlich entlehnt wurde. Ueber die Zweifel, welche Hochstetter gegen die eruptive Natur dieser Granulitformation geltend zu machen versuchte, habe ich mich im Jahrb. der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1856, S. 766 ff. ausgesprochen.

** Weiss in Neue Schriften der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin, Bd. IV, S. 350;

mehr ein, demselben vorliegendes, zwar kleineres, aber völlig selbständiges Gebirge, welches füglich das Sächsische Mittelgebirge genannt werden könnte, obwohl es gegenwärtig von zwei Hauptthälern durchschnitten wird.

Es hat seine grösste Länge von 6 geogr. Meilen in der Linie von Döbeln nach Hohenstein, seine grösste Breite von $2^1/_2$ Meilen in der Linie von Sachsenburg nach Rochlitz. Diese Dimensionen beziehen sich jedoch nur auf das eigentliche Granulitgebiet; denn wenn man das Gebirge in seiner Totalität, als einen, von einer mächtigen Schieferbildung umhüllten Granulitkern betrachtet, so muss man seine Länge von Leuben bis Glauchau, also gegen 2 Meilen grösser annehmen, und auch seine Breite nach NW. hin fast um eine Meile vergrössern. Uebrigens treten noch an der Südseite des Gebirges, mitten im Glimmerschiefer, bei Tirschheim, zwei gänzlich isolirte Granulitpartieen auf, deren Verhältnisse um so interessanter sind, als sie mit gangartigen Gebirgsgliedern von Serpentin und eisenschüssigem Quarzgesteine verbunden sind.

Der allgemeine Umriss des Granulitgebietes selbst lässt sich zwar unter dem Schema einer, von SW. nach NO. langgestreckten Ellipse vorstellen; allein die Contoure dieser Ellipse verlaufen keineswegs stetig, sondern lassen mancherlei Sprünge und Discontinuitäten erkennen, indem bald der Granulit mit keilförmigen Vorsprüngen in das Schiefergebirge hinausgreift, bald das Schiefergebirge mit halbinselartigen Ausläufern in das Granulitgebiet eindringt.

Zu den auffallendsten Erscheinungen dieser Art gehören an der nordwestlichen Gränze die (in Gneiss umgewandelte) über $^3/_4$ Meilen lange Schieferhalbinsel bei Luntzenau, an der südöstlichen Gränze die $^1/_2$ Meile lange Schönborner Schieferhalbinsel unweit Mittweida, und an der südlichen Gränze die fast 2 Meilen lange aus Glimmerschiefer und Gneiss bestehende Halbinsel, welche sich von Limbach aus über Hartmannsdorf und Taura bis nach Markersdorf erstreckt. Von keilförmigen Vorsprüngen des Granulites aber sind besonders in der südlichen Hälfte die bei Thierbach, Hermsdorf, Langenberg und Wittchensdorf zu erwähnen, von welchen namentlich der letztere geradezu als ein mächtiger Granulitgang erscheint.

Was die Oberflächengestalt oder die Reliefformen dieses Granulitgebirges betrifft, so bildet dasselbe im Allgemeinen eine mehr oder weniger undulirte Gebirgsfläche, ohne hoch aufragende Kuppen, oder scharf hervortretende Kämme, in welcher nur secundär durch die Thalbildung schroffere Terrainformen hervorgerufen wurden. Diess ist besonders in den grösseren Thälern, sowie in den unteren Theilen mancher kleineren Thäler der Fall.

So entwickeln die Thäler der Chemnitz, der Zschopau, der Striegis, der östlichen und westlichen Mulde da, wo sie den Granulit und die ihm untergeordneten Gebirgsglieder durchschneiden, einen Reichthum von schönen Fels- und Bergformen, eine Manchfaltigkeit von malerischen Naturscenen, welche zum Th[eil]

---

v. Raumer, Geognostische Fragmente, 1811, S. 70, und Pusch in seiner Beschreibung des Weisssteingebirges, in Auswahl aus den Schriften der Gesellschaft für Min. zu Dresden III, 1826, S. 89.

weniger bekannt und besucht sind, als sie es wohl verdienen. — Nur im südwestlichen Districte sind die Reliefformen auch auf der Höhe etwas manchfaltiger, indem sich dort einige Granulitberge, wie z. B. der Rusdorfer Berg, der Hochbusch bei Kaufungen, der Windberg bei Mühlau und die Hartmannsdorfer Höhe ziemlich auffallend über ihre nächsten Umgebungen erheben. Der Gneiss des Taurasteins endlich ragt als schroffer Felsenkamm aus dem Granulite hervor.

Seine grösste Erhebung erreicht das Sächsische Granulitgebirge im südwestlichen Theile, wo die nördlich vor Rusdorf liegende Kuppe zu 1185, und ... zwischen Limbach und Hartmannsdorf gelegene Zimmerskuppe zu 1181 Par. Fuss Höhe aufsteigt; auch giebt es noch viele andere Kuppen, welche zwischen 1000 und 1100 Fuss Höhe erreichen. Eine allgemeine Uebersicht der hypsometrischen Verhältnisse lehrt übrigens, dass die höchste Massen-Erhebung des Granulites nicht in der mittleren Längenaxe des ganzen Gebietes, sondern seitwärts, nahe an der südöstlichen Gränze desselben Statt findet.

Ein sehr merkwürdiger und in geologischer Hinsicht besonders beachtenswerther Umstand ist es jedoch, dass nicht der Granulit, sondern der ihn mantelförmig umgebende Glimmerschiefer die höchsten Berge des ganzen Gebirges bildet, indem sich dieser Schiefer, wie ein mehr oder weniger unterbrochener Wall, rings um das Granulitgebiet herumzieht.

Wer auf der Gebirgsstrasse über Waldheim von Dresden nach Leipzig reist, der überschreitet diesen Wall an zwei Puncten; zwischen Nieder-Marbach und Etzdorf, sowie zwischen Hartha und Obergersdorf, und Niemand hat wohl die letztere Höhe erstiegen, ohne sich der schönen Aussicht hinab in das Granulitgebiet zu erfreuen, welches sich wie ein weiter flacher Gebirgskessel zu den Füssen ...breitet. Wenn auch dieses höhere Aufragen des Glimmerschiefers im nordöstlichen und mittleren Theile gewöhnlich nur 50 bis 150 Fuss beträgt, so steigert ... sich dagegen im südwestlichen Theile bis zu 200 und 300 Fuss; zumal an der ...chen Gränze, längs der Strecke von Röhrsdorf bis Callenberg, wird die Erscheinung am allerdeutlichsten, und wenn man sich dort auf den Granulithöhen ... Innern des Circus befindet, da ist der Kranz von Schieferbergen sehr auffallend, deren Gipfel hoch über das Granulitland emporragen. Dasselbe Resultat ... sich heraus, wenn man die grössten absoluten Erhebungen beider Gesteine ...gleicht. Während nämlich die höchsten Puncte des Granulitgebietes, die Zimmerskuppe bei Hartmannsdorf und der Rusdorfer Berg sich zu 1180 Fuss erheben, erreicht der höchste Punct des Schieferwalls, die Langenberger Höhe bei Hohen..., 1485 Fuss.

§. 296. *Gesteine der Sächsischen Granulitformation.*

Die Gesteine, welche die Sächsische Granulitformation zusammensetzen, ... zuvörderst Granulit, als das eigentlich herrschende Gestein, und ausser... Granit, Gneiss, Serpentin, Gabbro, Eklogit und Hypersthenit, welche ...ohr in derselben Ordnung, wie sie hier genannt wurden, als mehr oder ...er wichtige untergeordnete Gesteine auftreten.

Granulit. Wegen der allgemeinen petrographischen Eigenschaften dieses Gesteins verweisen wir auf die im ersten Bande, S. 552 f. gegebene Beschreibung. In Betreff der Structur und Gesteinsformen ist noch zu erwähnen,

dass der Granulit in allen mit Parallelstructur begabten Varietäten eine, dieser Structur vollkommen entsprechende lagenweise Zusammensetzung und Schichtung zeigt. Die dadurch bedingten, meist sehr ebenflächig und regelmässig ausgedehnten Felstafeln oder Schichten haben eine verschiedene, von wenigen Zollen bis zu einigen Fuss schwankende Mächtigkeit, und liefern im ersteren Falle sehr schöne und ebene Steinplatten. Doch sind auch die Schichten bisweilen gebogen, undulirt und gewunden. Die körnigen und die trappartigen (lauch- bis schwärzlichgrünen) Varietäten erscheinen mitunter so mächtig oder so undeutlich geschichtet, dass eine Bestimmung ihrer Schichtenlage nur schwierig zu erlangen ist.

Vorzüglich grosse und ebenflächige Granulitplatten finden sich unter anderen in den Steinbrüchen von Oberfrohna und bei Falken. Auffallend gewundene Schichten sieht man z. B. im Chemnitzthale, an den dem sogenannten Boden (einem weit vorspringenden Thalsporne) gegenüber liegenden Felsen, in der Thalbiegung unterhalb Niederfrohna, sowie im oberen Ende von Callenberg. Die seltsamsten Windungen lässt jedoch das Gestein in dem hochgelegenen Steinbruche am westlichen Ende der Tirschheimer Granulitpartie wahrnehmen, wo die Schichten in grosse, unregelmässig cylindrische Flächen gerollt und gefaltet sind, so dass man unwillkürlich an die Vorstellung einer ursprünglich zähflüssigen Masse erinnert wird, welche sich im Zustande wälzender und wogender Bewegung befand.

Eine regellose, scharfkantige Zerklüftung ist dem Granulite in allen, besonders aber in den körnigen Varietäten eigen; sie bedingt, zugleich mit der Schichtung, das zackige, klippige und zerstückelte Ansehen der Granulitfelsen, wodurch sich dieselben schon in der Ferne von den mehr grossartig zerklüfteten Felsen des Granites, und den wollsackähnlichen Felsen des cordierithaltigen Gneisses unterscheiden.

Granit. Es treten im Granulite zweierlei verschiedene Granite auf. Der eine erscheint nur in sehr kleinen Partieen, ist grob- und grosskörnig, reich an mancherlei accessorischen Gemengtheilen, und in seinen grossen Feldspath-Individuen nicht selten als Schriftgranit ausgebildet. Die in ihm einbrechenden Mineralien sind vorzüglich Turmalin, theils schwarz, theils roth oder anders gefärbt, Albit und Lithionglimmer; seltener Pinit, Physalit, Apatit und Amblygonit. Die meist sehr unregelmässigen Contoure und das stock-, klotz- und nesterartige Vorkommen dieses Granites machen die für ihn von Pusch aufgestellte Ansicht nicht unwahrscheinlich, dass er mit dem Granulite gleichzeitig gebildet worden sei.

Es ist offenbar dieselbe, auch innerhalb der gewöhnlichen Granite und des Gneisses so häufig auftretende Granitbildung, welche die Französischen Geologen unter dem Namen Pegmatit aufführen, und von welcher Delesse, in den *Ann. des mines, 4. série, t. 16, p. 97 ff.* eine ausführliche Charakteristik gab.

Weit wichtiger, wenn auch für den Mineralogen weniger interessant, ist der in grösseren Massen vorkommende kleinkörnige Granit; eine vom eigentlichen Granulite sehr scharf gesonderte Bildung. Schon Mohs machte auf die merkwürdige Einförmigkeit des Habitus, auf die grosse Gleichmässigkeit des Kornes aufmerksam, wodurch sich dieser Granit auszeichnet. V

fleischrother Feldspath, wenig grauer Quarz, und noch weniger schwarzer oder brauner Glimmer sind zu einem kleinkörnigen Gemenge verbunden, welches, ausser hier und da vorkommenden kleinen Granaten oder noch seltneren Schörlnestern, keine accessorischen Bestandtheile, und nur höchst selten eine Andeutung von Parallelstructur wahrnehmen lässt. Nie zeigt das Gestein eine eigentliche Schichtung, wohl aber die, durch Verwitterung und Exfoliation besonders deutlich hervortretende Zerklüftung in parallelepipedische Pfeiler und Bänke; sehr selten kugelige Gesteinsformen von undeutlich concentrisch-schaliger Absonderung. Gewöhnlich ist es der Verwitterung sehr unterworfen, und zerfällt leicht in Grus und Sand; doch bildet es an den Abhängen der grösseren Thäler, wie z. B. des Zschopau- und Chemnitzthales, sehr schroffe Felsen, und scheint auch stellenweise der Verwitterung besser zu widerstehen.

Dieser kleinkörnige Granit bildet zuvörderst einen sehr bedeutenden, 3 Meilen langen Zug, welcher sich fast in der Mitte des ganzen Granulitgebietes in einer der Längenausdehnung desselben beinahe parallelen Richtung von der Kirche in Rossau, über Mittweida, Röllingshain, Dietensdorf nach Burgstädt und weiterhin erstreckt, und seine grösste Breite in der Gegend von Mittweida erreicht. Ausserdem erscheint er in kleineren Ablagerungen bei Geringswalde, Waldheim, Ehrenberg, Kriebstein, Taura und an sehr vielen anderen Orten.

Ueber das Verhältniss dieses Granites zu dem Granulite lässt sich wohl mit Recht die Ansicht geltend machen, dass er, obwohl sehr nahe gleichzeitig mit dem Granulite, doch erst kurz **nach** der Ablagerung und Festwerdung desselben seine gegenwärtigen Räume eingenommen habe. Wenn man sieht, wie er sich stellenweise unter dem Granulite heraushebt oder an selbigem in steilen Flächen anlehnt, wie die Schichten des letzteren an ihm abstossen und von Granitadern durchzogen werden; wenn man da, wo der Granit noch überall vom Granulite bedeckt ist, aufwärts gerichtete Adern desselben und seltsame Störungen in der Lage der Granulitschichten beobachtet; da wird man sich eben so von der durchgreifenden oder untergreifenden Lagerung dieses Granites, wie von seiner späteren und eruptiven Entstehungsweise überzeugen.

Besonders lehrreiche Puncte für die so eben erwähnten Verhältnisse sind der Rossauer Kirchberg, das rechte Gehänge des Zschopauthales oberhalb Neudörfchen, bei der Liebenhainer Mühle und unterhalb Ringethal, der Thalgrund von der Walkmühle bei Mittweida aufwärts nach dem Brühlthore, das Thal von Kolkau, der Kuhnsche Steinbruch in Burkersdorf, und andere mehr.

Aber die wichtigsten Aufschlüsse, die sichersten Nachweisungen über die eigentliche Natur dieses Granites liefern die an den **grösseren Granitgängen** wahrzunehmenden Erscheinungen. Dergleichen Gänge sind zumal in der Gegend von Waldheim, Kriebstein und Ehrenberg in so grosser Menge vorhanden, dass man es fast eine Niederlage von Granitgängen nennen möchte, was hier vorliegt. Alle diese Gänge **durchschneiden** die Schichten des Granulites, und enthalten oft **scharfkantige Fragmente** desselben in allen möglichen Lagen. Da sie nun eine vollkommene Uebereinstimmung ihres Gesteines

mit dem Gesteine des grossen Mittweidaer Granitzuges zeigen, so ist wohl auch diesem eine gangartige Lagerungsform zuzuschreiben.

Schon Engelbrecht, Freiesleben und Posch haben manche dieser Granitgänge beschrieben; später lenkte Fr. Hoffmann die Aufmerksamkeit auf sie, als »über Alles ausgezeichnete Erscheinungen dieser Art«, welche er als unwiderlegliche Beweise für die eruptive Bildung des im zähflüssigen Zustande aufsteigenden Granites betrachtete. (Poggend. Ann. Bd. 16, 1829, S. 538 f. und Uebersicht der orogr. und geognost. Verhältnisse vom NW. Deutschland, II, S. 411 f.)

Gneiss. Eine sehr merkwürdige Erscheinung im Gebiete der Sächsischen Granulitformation bilden die insularischen Partieen von Gneiss, welche mitten in demselben auftreten, und durch ihre Form, ihre Masse und ihre Lagerungsverhältnisse die grösste Aufmerksamkeit erregen müssen*). Unmittelbar an sie schliessen sich andere, nach Form, Masse und Lagerung zwar ganz übereinstimmende, aber dadurch abweichende Gneisspartieen an, dass sie nicht insularisch, sondern peninsularisch auftreten, indem sie an ihrem einen Ende mit dem, das Granulitgebirge umgebenden Glimmerschiefer in stetigem Zusammenhange stehen. Da uns diese letzteren Gebilde, in ihren so unverkennbaren Beziehungen zu dem Glimmerschiefer, den Schlüssel zur Deutung der ersteren an die Hand geben, so wird es zweckmässig sein, mit ihrer Betrachtung zu beginnen.

An der nordwestlichen Gränze zieht sich in nordsüdlicher Richtung, von Göhren über Luntzenau und Rochsburg, aus dem Gebiete des Glimmerschiefers eine Gesteinspartie halbinselartig in das Gebiet des Granulites hinein; ihre Contoure sind auffallend geradlinig und winkelig; ihr Gestein ist bei Göhren noch gewöhnlicher, grauer Glimmerschiefer, geht aber sehr bald in einen eigenthümlichen, dunkelfarbigen Gneiss über, welcher bei Luntzenau und Rochsburg vortrefflich zu beobachten ist. Dort zeigt das Muldenthal viele Felsen dieses fast schwarzen, grobflaserigen Gneisses, der sich durch die höchst krystallinische Beschaffenheit seiner aus schwarzem Glimmer, weissem oder gelbem Feldspath und grauem Quarz bestehenden Masse, durch die häufige und sehr innige Beimengung von blauem Cordierit, durch den in Streifen, Flammen und Nestern ausgeschiedenen Feldspath und Quarz, sowie durch die confusen Windungen und Verdrehungen seiner Schichten auszeichnet. Der Gehalt an Cordierit ist besonders da recht auffallend, wo das Gestein reicher an Feldspath ist, und eine krystallinisch-grobkörnige, undeutlich flaserige Textur annimmt, während er bei sehr vorwaltendem Glimmer und flasrig-schiefriger Textur weniger deutlich hervortritt, auch wohl gänzlich fehlt, überhaupt aber mehr stellenweise, als in gleichmässiger Verbreitung aufzutreten scheint.

Ungeachtet der Windungen und Undulationen der Schichten lässt dieser Gneiss doch im Allgemeinen eine ziemlich bestimmte Schichtenlage erkennen, welche mit derjenigen des weiter hinaus folgenden Glimmerschiefers vollkommen übereinstimmt, wogegen der Granulit fast überall eine entschiedene Discordanz seiner Schichtenstellung zeigt.

Aus diesem Allen darf man wohl mit Recht schliessen, dass die Luntzenauer Gneisspartie als ein integrirender Theil des äusseren Glimmerschiefers zu betrachten

*) Schon Engelbrecht bezeichnete sie als eine sehr interessante Erscheinung und beschrieb sie sehr richtig als Theile eines im Granulite einliegenden Stückes Gneissgebirge. Kurze Beschr. des Weisssteins, 1802.

ten ist, mit welchem sie eben sowohl durch allmäligen Gesteinsübergang, wie durch stetig fortsetzende Schichtenstellung auf das Innigste verbunden ist. Und dennoch, welche auffallende Verschiedenheit offenbart dieser Fortsatz des Schiefergebirges, so in seiner Masse, wie in seinen Felsformen! Wer möchte bei dem, durch den pechschwarzen Glimmer, den reichlichen Feldspath- und Cordieritgehalt charakterisirten Gesteine, bei den stark undulirten, oft an die Formen einer heftig wallenden Flüssigkeit erinnernden Schichten, bei den plumpen, wollsackähnlichen Felsmassen des Cordieritgneisses noch an den äusseren Glimmerschiefer denken?

Ganz ähnliche Erscheinungen zeigen sich an der etwas kleineren Schönborner Schieferhalbinsel im Zschopauthale, so wie an der grössten, von Limbach nach Markersdorf laufenden Halbinsel, welche beide dieselben Uebergänge aus dem äusseren Schiefer in den schwarzen, cordierithaltigen, stark undulirten Gneiss Schritt vor Schritt verfolgen und auf dieselbe Ueberzeugung gelangen lassen, dass man es hier mit einer metamorphischen Gneissbildung, mit einem Umwandlungsproducte des Glimmerschiefers zu thun habe.

Was nun die insularischen Gneisspartieen betrifft, so kann wohl die richtige Deutung derselben keinen Schwierigkeiten unterliegen, wenn man die vollkommene Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften mit denen der so eben betrachteten peninsularischen Massen berücksichtigt, von welchen sie sich lediglich durch den Mangel eines Zusammenhanges mit den äusseren Schiefern unterscheiden.

Die grösste Partie der Art findet sich im Chemnitzthale, zwischen Stein und Wilhelminenberg, also östlich von der Luntzenauer Halbinsel; ihre Contoure sind geradlinig und winkelig, und sie besteht grösstentheils aus einem höchst tortuosen, schwer zersprengbaren, oft cordieritreichen Gneisse. Kleinere Partieen von ähnlichen Umrissen kennt man bei der Mohsdorfer Mühle, bei Klein-Chursdorf, Hermsdorf, Uhlsdorf, und an anderen Puncten, wo sie theils im Granulite, theils im Granite eingesenkt sind. Am Hahneberg bei Erlau und am Galgenberg bei Mittweida sieht man nicht sowohl stetig ausgedehnte anstehende Felsen, als vielmehr grosse Blöcke von Gneiss, welche über und neben einander liegen, und zum Theil sehr reich an Feldspath und Cordierit, dabei ausserordentlich schwer zersprengbar sind. Diese Blöcke sind am Galgenberge dem Granite eingesenkt, wie man sehr deutlich im Fischerschen Steinbruche beobachten kann.

Fassen wir alle diese Erscheinungen zusammen, so ergiebt sich wohl mit der grössten Evidenz, dass alle diese peninsularischen und insularischen Gneisspartieen der Granulitformation nicht als regelmässige Einlagerungen von Gneiss, und eben so wenig als hervortauchende Gneisskuppen, sondern gleichsam als schwimmende, als suspendirte oder halb suspendirte und dabei völlig metamorphosirte Ueberreste des ehemals vom Granulite durchbrochenen Schiefergebirges zu betrachten sind. Diese Deutung wird dadurch nicht wenig unterstützt, dass auch der äussere Glimmerschiefer, unmittelbar an seiner Grenze gegen den Granulit ganz ähnliche Umwandlungen in Gneiss erlitten hat.

Serpentin. Dieses Gestein bildet zahlreiche untergeordnete Glieder der sächsischen Granulitformation; nach Fallou sind schon 48 Serpentin-Ablagerungen bekannt, unter denen die bei Waldheim, Greifendorf, Gielsberg, Hartmannsdorf, Callenberg, und Reichenbach als die bedeutendsten genannt zu werden verdienen*).

* Eine sehr lehrreiche Abhandlung über die Serpentinstöcke unserer Granulitfor-

Diese Serpentinstöcke zeigen fast durchgängig eine plattenförmige Absonderung, selten eine unregelmässig polyëdrische Zerklüftung; die meist 2 bis 4 Zoll dicken Platten sind aber rissig und klüftig, daher ohne Zusammenhalt. In der Regel sind die Stöcke dem Granulite gleichförmig eingelagert; sie führen häufig Trümer, Nester und Gänge von Chlorit; auch Gänge von Pyknotrop, und bisweilen Trümer von Chalcedon oder Opal. Die mächtigsten Gänge aber werden von einem groben lockeren Conglomerate gebildet, dessen faust- bis kopfgrosse, meist knollig erscheinende Stücke aus Granulit und Serpentin bestehen, und durch Chlorit verbunden sind. Uebrigens sind diese Serpentine oft reich an verschiedenen accessorischen Bestandtheilen und Bestandmassen.

Gabbro, oder doch ein, aus vorwaltendem Labrador und aus Pyroxen bestehendes, bald körniges, bald flasriges, bald schiefriges Gestein kommt theils in kleineren Ablagerungen mitten im Gebiete des Granulites (wie z. B. bei Meinsdorf und Callenberg), theils an der Gränze desselben, bei Rosswein, in einer grösseren Ablagerung vor.

Auffallend ist die Ausdehnung und Form dieser Rossweiner Gabbromasse; der Granulit bildet nämlich dort einen grossen, nach Osten vorspringenden Keil, welcher auf beiden Seiten durch den Gabbro vom Glimmerschiefer abgesondert wird, an der Spitze dieses Keiles ist der Gabbro am mächtigsten entwickelt, während sich seine Massen von dort aus in zwei grosse Keile trennen, welche den Granulitkeil umfassen.

Der Eklogit ist zwar an mehren Puncten (z. B. in der Gegend von Waldheim), aber allerwärts nur in sehr beschränkter Ausdehnung, der Hypersthenit bis jetzt nur an einem einzigen Puncte, bei der Höllmühle unweit Penig, bekannt, wo er als ein sehr mächtiger Stock im Granulite auftritt.

§. 297. *Architektur und allgemeine geologische Verhältnisse der Sächsischen Granulitformation.*

Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, ein einziges und durchgreifendes Gesetz für das ganze Granulitgebiet nachzuweisen. Jedoch lässt sich im Allgemeinen annehmen, dass nahe an der Gränze das Streichen seiner Schichten dieser Gränze ungefähr parallel, das Fallen derselben aber auswärts gerichtet ist. Dagegen kommen aber auch sehr erhebliche Ausnahmen vor, indem stellenweise und strichweise das Streichen der äussersten Granulitschichten die Gränze unter mehr oder weniger grossen Winkeln durchschneidet. Diess muss zuvörderst an den meisten der oben erwähnten Vorsprünge und Keile der Fall sein, ist aber auch an vielen anderen Stellen nachgewiesen worden. Auch kommen nicht selten Fälle vor, wo der Granulit und die angränzenden Schiefer zwar gleiches Streichen, aber sehr verschiedenes, wenn auch gleichsinniges Fallen besitzen.

---

mation gab Fallou, in den Mittheilungen aus dem Osterlande, Bd. V, 1842, S. 219 ff und eine treffliche Monographie des Waldheimer Serpentins Derselbe in Karstens und v. Dechens Archiv, XVI, S. 423, sowie des Greifendorfer Serpentinstockes Müller, im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 257.

Besonders interessant ist die gar nicht seltene Erscheinung, dass sehr steile oder selbst verticale Granulitschichten unmittelbar an Glimmerschiefer angränzen, dessen Schichten nur etwa 20 bis 30° geneigt sind; so z. B. bei Ottendorf, Penig, im Ausgange des Kaufungener Thales, und anderwärts.

Die Ermittelung der inneren Architektur des Sächsischen Granulitgebirges würde ein sehr detaillirtes Studium auf einer guten Specialcharte erfordern. Während oft auf grosse Strecken ein und dasselbe Streichen und Fallen zu beobachten ist, so findet sich bisweilen innerhalb kleiner Räume ein solcher Wechsel der Schichtenstellung, dass jede Beobachtung der anderen zu widersprechen scheint. So viel lässt sich jedoch aus den bisher angestellten Beobachtungen entnehmen, dass die Hypothese eines concentrischen, in sich geschlossenen Schichtenbaues auf den inneren Theil des Granulitgebirges nicht anwendbar ist. Diess ist besonders im südwestlichen Districte sehr deutlich zu erkennen, wo im Allgemeinen eine sehr steile Schichtenstellung mit 60 bis 90° Fallen herrschend ist, und die Schichten zwar an der nordwestlichen und südöstlichen Gränze dieser selbst parallel streichen, gegen die südwestliche, jenseits dem Falkener Thale gelegene Gränze aber mit unveränderter Richtung fortsetzen.

An der Gränze des Granulitgebietes treten im Glimmerschiefer mancherlei Massen von Granit und Gneiss auf, welche theils unmittelbar mit dem Granulite zusammenhängen, theils durch Schiefer von ihm getrennt, jedenfalls aber als Dependenzen desselben zu betrachten sind. Sie zeigen grossentheils eine sehr bestimmte, und mit dem angränzenden Schiefergebirge übereinstimmende Schichtung.

Die bedeutenderen Vorkommnisse dieser Art sind das mächtige grobkörnige Granitlager von Wechselburg und Rochlitz, das Gneisslager von Döbeln, die Granitmasse zwischen Berbersdorf und Böhrigen, der Gneissstock von Geringswalda und von Ober-Rabenstein und das Granitlager von Penig.

Das den Granulit zunächst umgebende Gestein ist, wie bereits erwähnt wurde, Glimmerschiefer; meist ein grünlich- bis gelblichgrauer, stark glänzender, sehr glimmerreicher und zuweilen granatführender Glimmerschiefer. [illegible]n in der unmittelbaren Nähe des Granulites verändert er gewöhnlich seine [illegible]tur, indem er Linsen und Nester von Quarz und Feldspath entfaltet, während der Glimmer eine schwärzlichgraue bis eisenschwarze Farbe annimmt. [illegible]s Gestein erhält dadurch ein geflammtes Ansehen, eine grossflasrige Structur [illegible]d eine gneissartige Beschaffenheit, welche oft durch eine sehr krystallinische [illegible]bildung des Glimmers noch auffallender wird.

Auch geht wohl der Schiefer in ein knorrig-flasriges und undeutlich krystallinisches Mittelgestein zwischen Glimmerschiefer und Gneiss mit grünlichgrauem Glimmer über, oder er nimmt, bei fast unveränderter Beschaffenheit, zahlreiche Lagen und Linsen von rothem, kleinkörnigem Granite auf; selten geht er in feinflasrigen Gneiss über.

Von den höchst auffallenden Metamorphosen, welche der Schiefer in denjenigen Theilen erfahren hat, welche sich aus seinem Gebiete halbinselartig in

das Granulitgebiet erstrecken, ist schon oben die Rede gewesen. Man sieht, dass diese Metamorphosen denjenigen sehr ähnlich sind, welche den Glimmerschiefer auch an vielen Puncten seiner Gränze betroffen haben, dass aber hier die Extreme dieser Umbildung höchst selten erreicht wurden, daher in der Regel die Tortuositäten der Schichten, der Cordieritgehalt und die auffallende Gesteinsfestigkeit vermisst werden. Bei Nöbeln, östlich von Wechselburg, finden sich jedoch dicht an der Granulitgränze mehre Gneissfelsen, deren Masse den Gesteinen von Luntzenau ganz ähnlich ist.

Während also der Glimmerschiefer nach dem Granulite hin mehr oder weniger gneissartig wird, so zeigt er vom Granulite weg einen ganz allmäligen Uebergang in Thonschiefer. Die gewöhnliche Breite des eigentlichen Glimmerschiefergürtels um das Granulitgebiet beträgt daher nur etwa 1/4 bis 1/2 geogr. Meile. Die Schichtungsverhältnisse dieser Glimmerschieferzone entsprechen zwar grösstentheils dem Schema einer mantelförmigen Umlagerung, wie solche auch von allen früheren Beobachtern angenommen worden ist; an der südlichen Gränze lässt sich jedoch ein solches Verhältniss nicht mehr anerkennen. Denn in dem Raume von Ober-Rabenstein über Hohenstein bis nach Callenberg hat der Glimmerschiefer im Allgemeinen eine horizontale oder unbestimmt schwebende Lage; so auch auf der Langenberger Höhe, dem höchsten Berge des Schieferwalles. Desungeachtet aber ist die Lagerung dieses südlich vorliegenden Glimmerschiefers wohl insofern noch als eine Wirkung des Granulites zu betrachten, wiefern das hohe Niveau desselben und der auffallend steile Abfall, mit welchem er plötzlich am Rande des Erzgebirgischen Bassins abbricht, den gewaltigen Kraftäusserungen zuzuschreiben sein dürften, welche mit der Ablagerung des Granulites verbunden waren.

Denn die sämmtlichen Erscheinungen, welche die Sächsische Granulitformation darbietet: ihr Auftreten innerhalb einer völlig geschlossenen Ellipse, ihre keilförmigen Vorsprünge an den Gränzen, ihre Umgebung durch einen höher aufragenden Wall des Schiefergebirges, die peninsularischen und insularischen Fetzen dieses Schiefergebirges, die höchst auffallenden Metamorphosen seiner Gesteine, die im Granulite auftretenden Granite, endlich die mineralische Zusammensetzung des Granulites selbst; alle diese Erscheinungen dürften nur in der Annahme einer eruptiven Entstehungsweise unsrer Granulitformation ihre genügende Erklärung finden.

Lange Zeiten hindurch mochte schon eine Anschwellung der äusseren Schieferkruste durch zwar unwiderstehliche, aber ganz allmälig wirkende Pressungen bewirkt worden sein, bis endlich eine Zerreissung der langgestreckten Schieferkuppel eintrat, worauf die Massen des Granulites hervortraten, die Ränder der obersten Schieferdecke noch weiter aufrichteten und seitwärts zurückdrängten, und alle die Thätigkeiten entwickelten, durch welche jene seltsamen Erscheinungen ausgebildet wurden, die wir noch gegenwärtig in mehr oder weniger verstümmelten Ueberresten beobachten. Und lange Zeit hindurch mochten die innersten Schichten und die colossalen Fragmente dieser Schieferdecke der chemischen Einwirkung des langsam erstarrenden Feldspathgesteins unterliegen, um jene Meta-

morphosen in Gneiss und Cordieritgestein zu erfahren, welche so unbezweifelt Statt gefunden haben.

Und so sehen wir uns denn durch die Resultate der neuesten Forschungen auf dieselbe Ansicht gedrängt, welche schon vor einem halben Jahrhundert von Weiss angedeutet wurde, indem er auf die Nothwendigkeit eines g e w a l t s a m e n Heraustretens des Granulites verwies; (Neue Schriften der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, IV, 1803, S. 357).

Die B i l d u n g s e p o c h e der Sächsischen Granulitformation dürfte aber z w i s c h e n die beiden Perioden der devonischen Formation und der Steinkohlenformation fallen, da die Steinkohlenbildung von Hainichen und Ebersdorf, deren Schichten sich mit sehr flacher Neigung an den äusseren Schieferwall anlehnen, als die älteste, unmittelbar auf die devonische Formation gefolgte Abtheilung der Steinkohlenformation zu betrachten ist.

§. 298. *Granulitformation der Vogesen und des Lyonnais.*

Obwohl die Verhältnisse der Vogesischen Granulitbildung noch nicht ganz vollständig erforscht oder dargestellt worden zu sein scheinen, so ergiebt sich doch aus einigen bekannt gemachten Thatsachen, dass solche auch dort wenigstens theilweise den Charakter einer eruptiven Bildung besitzt. Der dasige Granulit (oder Leptinit, wie ihn die französischen Geologen nennen) soll einerseits mit Gneiss, anderseits mit Granit sehr innig verbunden sein, wie diess auch in Sachsen der Fall ist, wo viele glimmerreiche Varietäten des Granulites als feinflasrige Gneisse erscheinen, und der kleinkörnige gemeine Granit von Weiss und Mohs als körniger Granulit betrachtet wurde. Die schönen Arbeiten von Hogard*) werden hoffentlich zu einer genauen und vollständigen Uebersicht der dortigen Verhältnisse gelangen lassen.

Elie de Beaumont gab folgende allgemeine Bemerkungen über die in den Vogesen auftretende Leptinitbildung**).

Im Jahre 1809 machte Riesseissen zuerst auf das Vorkommen des Leptinites oder Granulites in den Vogesen aufmerksam; (Leonhards Taschenb. für Min. 1811, S. 379). Später erwähnten ihn v. Oeynhausen und v. Dechen (Geogn. Umrisse der Rheinländer 1835, I, 189), sowie Thirria. Er geht oft in Granit über; allein nicht alle Granite der Gegend zeigen einen solchen Uebergang, sondern, wie Rozet bemerkte, nur eine k l e i n k ö r n i g e, n i c h t porphyrartige Varietät, welche der Verf. g e m e i n e n G r a n i t nennen will, obgleich er in den Vogesen nicht gerade häufig ist. Dieser Granit bildet zugleich mit Gneiss und Leptinit eine besondere Zone, von Remiremont bis Fraize, eine complexe Formation, welche Hogard, Rozet und Puton als die Leptinitformation der Vogesen bezeichneten. Da jedoch der Leptinit nicht das vorwaltende Gestein ist, so führt Elie de Beaumont diese ganze Bildung als *bande du granite commun et du gneiss* auf.

Rozet hat nun zuerst das wahre Verhältniss zwischen diesem Granite und dem Leptinite nachgewiesen, welches in den ganz allmäligen Uebergängen beider Ge-

---

* *Carte, croquis et coupes géologiques des Vosges;* ein Werk, von welchem die Charte noch nicht erschienen ist.

** In der *Explication de la carte géol. de la France, I,* 1841, *p.* 305 f. und *p.* 331.

steine hervortritt*). Der Leptinit ist grau, röthlich, auch wohl bläulich oder grünlich; der sparsam in ihm auftretende Glimmer bildet entweder isolirte Schuppen, oder kleine körnige Partieen, oder auch Membranen; er fehlt aber auch oft gänzlich; dann erscheint der Leptinit als ein weisses, fast homogenes, oft mit vielen kleinen Granäten erfülltes Gestein; (so bei Ranfaing, Gérardmer, Sainte-Sabine, Sainte Marie-aux-Mines).

Der Leptinit der Vogesen ist sehr verbreitet in dem Raume zwischen Remiremont, Gérardmer, Bruyères, Docelles und Éloyes. Er zeigt dort alle möglichen Varietäten, oft in abwechselnden Schichten, und geht bei reichlichem Glimmergehalte in Gneiss über, obwohl er dem Granite enger verbunden ist.

S. 330 führt der Verf. noch einige Thatsachen auf, welche beweisen, dass der gemeine Granit jünger ist, als der grobkörnige porphyrartige Granit der Vogesen, und gedenkt endlich der interessanten Erscheinung, dass bei Barr dieser letztere Granit von Gängen eines röthlichen, feinkörnigen, sehr festen Leptinites durchschnitten wird.

Diese letztere Beobachtung ist wichtig, weil sie uns den Leptinit als ein, in durchgreifender Lagerung ausgebildetes Gestein vorführt. Aehnliche Erscheinungen erwähnte schon früher Rozet in einer Notiz über den Leptinit der Vogesen (*Bull. de la soc. géol. IV*, 1834, 136) in welcher ausdrücklich bemerkt wird, dass derselbe bisweilen Fragmente von Gneiss umschliesst, und auch Gänge im Gneisse bildet.

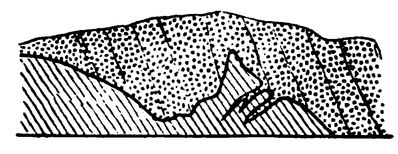
An der Nordgränze der Granitformation, sagt er, bei Remiremont, und von da ostwärts bis la-Poutroie wird der Granit sehr feinkörnig und geht in Leptinit über, welcher bald eine sehr bedeutende Entwickelung gewinnt, weiter aufwärts Glimmer aufnimmt, und dadurch in Gneiss verläuft. An einigen Puncten mengt sich Amphibol in den Leptinit, und vermittelt einen Uebergang in schiefrigen Diorit. — In dieser Leptinitformation finden sich alle Serpentine der Vogesen, welche stellenweise als mächtige Gänge aus dem Leptinite hervortreten. — Der Gneiss liegt überall auf dem Leptinite, beide gehen allmälig in einander über, *mais comme le leptinite renferme des fragmens du gneiss et pousse des filons dans sa masse, il est évident, que sa consolidation est posterieure à celle de cette roche.*

Auch hat später Puton (*Bull. de la soc. géol. 2. série, IV*, 1847, 1395 ff.) einen Aufsatz über den Leptinit der Vogesen mitgetheilt, in welchem er zuvörderst die Gesteins-Varietäten beschreibt, dann die Ansicht aufstellt, dass der Leptinit und der Gneiss der ursprünglichen Erstarrungskruste der Erde angehören, jedoch zugleich bemerkt, dass sich der Leptinit auf Unkosten des Gneisses gebildet haben müsse, weil er bisweilen Fragmente desselben umschliesst.

Weiterhin erwähnt er, dass der Leptinit Gänge und Adern eines sehr grobkörnigen, oft turmalinhaltigen Granites umschliesst, dass er häufig dem gemeinen Granite aufliegt, welcher jedoch Keile in ihn hineintreibt, auch oft Gänge in ihm bildet, und dass sehr häufig Serpentine auftreten, welche jedoch keine Veränderungen hervorgebracht haben. In demselben Bande des Bülletins wird S. 1404 beistehendes Bild eines Contactpunctes zwischen Granulit und aufliege…

---

*) Früher will man auch in Sachsen dergleichen Uebergänge beobachtet haben. Der *granite commun* entspricht offenbar unserem Granit von Mittweida.



dem Granit bei Vieilles-Huttes mitgetheilt, welcher letztere zwar etwas porphyrartig ist, desungeachtet aber von Puton nur als eine Varietät des gemeinen Granites betrachtet wird. Dieses Bild erinnert an ganz ähnliche Verhältnisse, wie solche im Gebiete der Sächsischen Granulitformation vorkommen. Auch bei Ranfaing hat der Granit den Leptinit gewaltsam durchbrochen, und eckige Bruchstücke desselben in sich aufgenommen. Von dem gangartigen Vorkommen der **Serpentine** im Leptinite der Vogesen geben die, in Hogard's oben citirtem Werke auf Taf. 18 mitgetheilten Bilder eine Vorstellung.

Auch in anderen Gegenden Frankreichs kommen Erscheinungen vor, welche eine eruptive Entstehung des Granulites beweisen. Diess ist z. B. nach Rozet und Fournet in der Gegend von Lyon der Fall.

Am Wege von Condrieux nach Rive-de-Gier sowohl als nach Givors sieht man den Granit ganz allmälig in Leptinit, und diesen in Gneiss übergehen, welcher endlich im Thale des Gier in Glimmerschiefer verläuft. Desungeachtet aber greifen bei dem Weiler de Champagnes der Leptinit und Granit **gangförmig** in den Gneiss ein; ja, zwischen Condrieux und des-Hayes sah Rozet einen den Gneiss durchsetzenden Leptinitgang, welcher sich oben über dem Gneisse ausbreitet; (Rozet in *Mém. de la soc. géol. de France, IV, p.* 83). Fournet rechnet ebenfalls die Leptinite der Gegend von Lyon zu den eruptiven Bildungen. Er vereinigt einen Theil derselben als **Granulite** mit den feinkörnigen Graniten, und sagt, dass solche meist Gänge in den älteren Graniten bilden, und sehr häufig vorkommen. Die übrigen unterscheidet er als **Weisssteine**, und als **Leptinite**, indem er jene als subkrystallinische, diese als ganz dichte Modificationen des Granites betrachtet, welche entweder schiefrig oder massig ausgebildet, und bisweilen blose **Gränzgesteine** des Granites seien, während sie anderwärts auch für sich in bedeutenden Ablagerungen auftreten. (*Bull. de la soc. géol.*, 2. *série, II, p.* 497 f.)

Endlich mag noch erwähnt werden, dass im Grünsteinschiefer von Gulfjeld (unweit Bergen in Norwegen) Gänge und Lagergänge eines sehr ausgezeichneten granulitartigen Gesteines unter ganz merkwürdigen Verhältnissen auftreten. (Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, S. 146 f.)

Die in **Oesterreich**, bei Gloggnitz, Göttweih und Krems, in **Mähren** bei Namiest, in **Baiern** bei Aschaffenburg, in **Spanien** in der Provinz Galicien, in **Serbien** und in der **Türkei** (nach *Boué, Esquisse géol. de la Turquie, p.* 4) vorkommenden Granulite scheinen theils der primitiven Gneissformation anzugehören, theils noch einer näheren Untersuchung ihrer Verhältnisse zu bedürfen, bevor man sich darüber aussprechen kann*). Nach Gerhard findet sich auch in **Schlesien** an mehren Puncten Granulit; (Taschenb. für Min. 1822, 547).

---

*) Wichtig ist eine Abhandlung von Czizek, über die Geologie der Gegend von Mölk in Nieder-Oesterreich, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1853, S. 266 ff., wo auch ein ...liches Profil quer durch das dortige Granulitgebiet mitgetheilt wird, aus welchem fast ...ne eruptive Bildung geschlossen werden könnte.

Zweites Kapitel.

Granit- und Syenitformationen.

§. 299. *Einleitung.*

Obgleich es manche, der Zeit nach sehr verschiedene eruptive Granit- und Syenitbildungen giebt, so ist doch die mineralogische Untersuchung derselben noch nicht so weit gediehen, dass man mit Bestimmtheit zu sagen vermöchte, ob überhaupt, und welche wesentliche Unterschiede in der petrographischen Zusammensetzung derselben Statt finden mögen, was freilich bei eruptiven Gesteinen immer eine der ersten und wichtigsten Fragen bleibt (S. 55). Auch sind die in verschiedenen Ländern auftretenden Granitformationen noch zu wenig mit einander verglichen worden, um über die Gleichzeitigkeit oder Ungleichzeitigkeit derselben in allen Fällen ein bestimmtes Urtheil fällen zu können, wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass solches bereits in vielen Fällen gelungen ist. Wir müssen uns daher auch an gegenwärtigem Orte mit einer sehr allgemeinen Betrachtung dieser Formationen begnügen.

Die wichtigsten Gesteine, welche im Gebiete derselben zu unterscheiden sein dürften, sind Granit und Granitit, Syenit, Greisen, Schörlquarzit, Miascit, Epidosit und Gneiss, oder gneissartige Gesteine. Unter diesen Gesteinen behaupten aber die drei zuerst genannten, als die bei weitem vorherrschenden und oft alleinherrschenden, eine so vorzügliche Wichtigkeit, dass wir uns zunächst an sie zu halten haben, während die übrigen als untergeordnete oder auch selten vorkommende Gesteine, nur beiläufig mit zu berücksichtigen sein werden.

Auch treten hier und da noch mancherlei andere untergeordnete Massen auf, welche wohl bisweilen als Lager aufgeführt worden sind, grösstentheils aber entweder als gangartige, und folglich der Granitformation gar nicht wesentlich angehörige Bildungen, oder auch als eigenthümliche fremdartige Einschlüsse zu deuten sein möchten, deren Betrachtung allerdings mit der des Granites zu vereinigen ist, weil ihr Vorkommen und ihre gegenwärtige Beschaffenheit mit der Existenz desselben in ursachlichem Zusammenhange steht.

§. 300. *Granit; allgemeine petrographische Verhältnisse.*

Obgleich schon im ersten Bande, S. 553 ff. die wichtigsten petrographischen Verhältnisse der Granite besprochen worden sind, so dürfte doch an gegenwärtigem Orte noch Einiges über dieselben zu sagen sein. Der Granit ist wesentlich ein krystallinisch-körniges Gemeng aus Feldspath, Quarz und Glimmer, in welchem der Glimmer in der Regel als der untergeordnetste Bestandtheil auftritt, der als Orthoklas und Oligoklas ausgebildete Feldspath aber vorzuwalten pflegt.

Nur äusserst selten dürfte der Glimmer zum vorwaltenden Bestandthei

werden; Heim erwähnt z. B. einen sehr grobkörnigen Granit zwischen Herges und dem Thüringer Thale, in welchem am Spitzkopfe und Seimberge der braune bis schwarze Glimmer dermaassen vorwalten soll, dass er stellenweise . des ganzen Gesteins bildet; (Thür. Wald, II, 1, 94). Dagegen kommen nicht so gar selten Granite vor, die fast ganz **frei** von Glimmer sind; wie z. B. in Sachsen der Granit von Gottleube, und der feinkörnige Granit, welcher bei Meissen und Zehren so häufige Gänge in dem dortigen grobkörnigen Granite bildet. Man hat solche glimmerfreie Granite bisweilen **Aplite**, sowie überhaupt diejenigen Granite, denen einer oder der andere wesentliche Gemengtheil fehlt, **Halbgranite** oder auch **Granitelle** genannt.

Was die **Natur** des Glimmers anlangt, so haben besonders G. Rose und Delesse aufmerksam darauf gemacht, wie wichtig die genauere Bestimmung und Unterscheidung derselben ist, indem der Erstere zeigte, dass die von ihm als **eigentlicher Granit** aufgeführten Gesteine immer **weissen** und auch **zugleich** dunkelfarbigen Glimmer, die von ihm **Granitit** genannten Gesteine aber **blos** dunkelfarbigen Glimmer enthalten; während Delesse erkannte, dass die **Pegmatite** stets durch weissen, die **Protogine** dagegen stets durch dunkelgrünen Glimmer ausgezeichnet sind; (Rose in Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch. I, 358 f., und Delesse, in *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, VI,* 230, auch *Ann. des mines,* 4 *série, XVI,* 103). G. Rose bemerkte noch ausserdem, wie der dunkle und der helle Glimmer bisweilen (z. B. am Capellenberge bei Schönberg im Voigtlande) dergestalt regelmässig mit einander verwachsen sind, dass der weisse Glimmer den braunen wie ein Rahmen einfasst, während die Spaltungsflächen beider zusammenfallen. Uebrigens sind diese Glimmer-Individuen in der Regel tafelförmig oder lamellar, und nur selten säulenförmig ausgebildet. In den Graniten Irland's tritt nach Haughton **Margarodit**, oder wasserhaltiger Glimmer, als Gemengtheil auf, wie denn der genannte Forscher auch manche andere sehr interessante Resultate seiner Untersuchungen über die mineralische und chemische Zusammensetzung der dortigen Granite mittheilt. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. XII,* 1856, *p.* 171 ff.

Dass der **Quarz** nur selten in auskrystallisirten Individuen, sondern gewöhnlich in eckigen Körnern, oder in kleinen körnigen Aggregaten auftritt, wurde bereits in der Petrographie bemerkt; wenn er in vollständigen Krystallen ausgebildet ist, so pflegen solche nur die gewöhnliche Pyramide darzustellen. Er ist meist graulichweiss bis rauchgrau, selten blau, grün oder gelb, und noch seltener rosenroth gefärbt, wie bei Jägerthal in den Vogesen.

Wie die Unterscheidung der Glimmer, so ist auch die der **Feldspathe** von grosser Wichtigkeit. Man glaubte wohl früher sehr allgemein, dass der triklinische oder klinotome Feldspath der Granite **Albit** sei, bis G. Rose zuerst im Jahre 1842 den im Granite von Warmbrunn enthaltenen derartigen Feldspath für Oligoklas erkannte, was auch später durch Rammelsberg's Analyse bestätigt worden ist; (Poggend. Ann. Bd. 56, S. 617). Nach den neueren Untersuchungen von Rose, Delesse, Durocher u. A. ist dieser Oligoklas ein so allgemein vorkommender Bestandtheil der Granite, dass er nur in wenigen Varietäten gänzlich vermisst wird. Ob jedoch der Albit als eigentlicher **Gemengtheil** gänzlich ausgeschlossen, und lediglich auf die Drusenbildungen beschränkt sei, diess scheint noch nicht so ganz ausgemacht zu sein; wie denn überhaupt Svanberg's Untersuchungen gelehrt haben, dass die Acten über die Natur der feldspathigen Gemengtheile der Granite noch keineswegs geschlossen sind. Nach Haughton besteht der feinkörnige Granit des Mourne-Districtes in Irland wesentlich aus Quarz, Orthoklas, Albit und grünem Glimmer; der letztere enthält über 4 Procent Wasser; die Wirklichkeit des

Albites aber wurde sowohl durch die Analyse, als auch durch Winkelmessungen dargethan; a. a. O. S. 190. Der Granit von Croghan-Kinshala soll ein bloses Gemeng von Quarz, Albit und Chlorit sein. Ueberhaupt unterscheidet Haughton die irländischen Granite als Kaligranite und Natrongranite, je nachdem die eine oder die andere alkalische Basis vorwaltet. — Gewöhnlich unterscheiden sich die Oligoklaskrystalle des Granites schon durch ihre gelblich-, grünlich- oder graulichweisse Farbe, durch ihren geringeren und mehr fettartigen Glanz, sowie durch ihre geringere Pellucidität von den anders gefärbten, stark glasglänzenden und durchscheinenden Orthoklaskrystallen; das sicherste Merkmal aber liefert die Zwillingsstreifung der basischen Spaltungsflächen. — Dass die grösseren, in den porphyrartigen Graniten eingewachsenen Feldspathkrystalle stets Orthoklas sind, diess wurde in der Petrographie (I, 556) erwähnt.

Ausser den daselbst aufgeführten accessorischen Gemengtheilen des Granites sind noch als ein paar nicht uninteressante Körper der Flussspath und das Mercur zu erwähnen. Flussspath findet sich z. B. nach Rengger bei Seckingen im Schwarzwalde, wo er Nester und Trümer bildet, eben so nach Freiesleben im Erzgebirge bei Wiesenbad, nach Keferstein im Ramberge am Harze, nach Boase an der Ostseite des St. Stephens-Beacon in Cornwall, wo der Granit häufig eingesprengten Flussspath enthält. Gediegenes Mercur kommt nach Alluaud eingesprengt im Granit vor bei Peyrat-le-Chateau im Dep. der haute Vienne. Der Graphit ist wohl jedenfalls eine häufigere Erscheinung im Gneisse, als im Granite; doch zeigen ihn die Granite der Pyrenäen an mehren Orten, theils als Vertreter des Glimmers, theils auch in Nestern oder kleinen Stöcken; wie z. B. im Thale de Suc, und besonders am Berge von Barbarisia in Aragonien. Ein interessantes Vorkommen erwähnt Jackson von Greenwood in Maine, wo ein den Gneiss durchsetzender Granitgang Graphit enthält, welcher selbst gangartig im Granite auftritt; (*Second Report on the Geol. of Maine*, 1838, *p.* 88). Sollte übrigens die S. 170 erwähnte Granitgneissbildung am Westfjord in Norwegen vielleicht richtiger als eine Granitformation zu betrachten sein, so würde sie mehr sehr ausgezeichnete Beispiele von Graphitlagern im Granite liefern. Ueber das merkwürdige Vorkommen von Orthit, Malakon, Polykras und Ytterspath in den Granitgängen auf Hitteröe gab Zschau interessante Mittheilungen, im Neuen Jahrb. für Min. 1855, S. 513 ff.; ebenso Leonhard über das Vorkommen des Orthit in den Granitgängen bei Weinheim; ebend. 1853, S. 553 ff.

Dass der Granit in der Regel eine ganz richtungslose Structur besitzt, diess folgt schon aus seiner Definition, und bildet das einzige petrographische Unterscheidungsmerkmal vom Gneisse. Ausnahmen von dieser Regel kommen nur insofern vor, wiefern manche Granit-Ablagerungen stellenweise, entweder gegen ihre Gränze, oder auch inmitten ihres Gebietes, eine parallele Anordnung ihrer Glimmerschuppen (bisweilen wohl auch der übrigen Bestandtheile) entfalten, wodurch sie eine gneissartige Beschaffenheit gewinnen, und eigentlich petrographisch aufhören, Granit zu sein; sie sind dann zu Gneissgranit oder Granitgneiss geworden. Auch bildet sich mitunter eine körnigstreifige oder gebänderte Structur aus, wenn die Glimmerschuppen, ohne gerade einen Parallelismus ihrer Lage zu zeigen, doch in einzelnen Zonen sehr angehäuft sind, welche mit anderen glimmerarmen Zonen abwechseln; oder auch wenn granitische Lagen mit Lagen von Greisen oder Schörlquarzit abwechselnd verbunden sind. Endlich entfaltet sich auch in manchen Graniten stellenweise eine Streckung oder lineare Parallelstructur, indem die Glimmerschuppen

zu langgestreckten Flocken angehäuft sind, deren Längsaxen insgesammt parallel geordnet sind; (Südliches Ende des Tronitzer Granitzuges im Müglitzthale).

Solche Structuren sind es, welche Sedgwick unter dem Ausdrucke *grain* (Zug?) zusammenfasst, und deren Ursache er darin sucht, dass das ursprüngliche Material des Gesteins nach gewissen Richtungen hervorgebrochen sei, wobei sich denn mit Recht erwarten lasse, dass dieser *grain* ungefähr mit der Richtung des Durchbruches übereinstimmen müsse. Besonders auffallend werde die gestreifte oder gebänderte Structur des Granites, wenn er fortwährend mit Lagen von Schörlquarzit alternirt, wie diess z. B. bei St. Austell-Moor und noch auffallender bei Dartmoor der Fall ist, wo die abwechselnden Lagen beider Gesteine stellenweise so dünn sind, dass die Felswände feinstreifig erscheinen. (Vergl. Karstens und v. Dechens Archiv, X, S. 616 ff.)

Die Frage, ob der Granit geschichtet sei, oder nicht, ist in früheren Zeiten ein Gegenstand vielfacher und lebhafter Discussionen gewesen; was wohl vorzüglich darin seinen Grund haben mochte, weil man damals unter Schichten nur sedimentäre Bodensätze verstand, weshalb denn diese Frage auch für die Theorie der Granitbildung eine grosse Bedeutung gewinnen musste. Seitdem man aber weiss, dass auch eruptive Gesteine in geschichteten Ablagerungen vorkommen können, hat jene Frage nur noch eine untergeordnete theoretische Wichtigkeit.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der Granit da, wo er in Gneiss übergeht, zugleich mit der Parallelstructur eine mehr oder weniger deutliche Schichtung entfaltet; die so gebildeten Schichten, welche sich besonders an den Gränzen mancher grösseren Granitstöcke einfinden, sind vielleicht als Contact- oder Compressionsschichten (I, 460) zu betrachten, und wir haben schon oben, S. 58 Gelegenheit gehabt, mehre hierher gehörige Erscheinungen zu erwähnen. Dagegen dürften die Parallelmassen des mit vollkommener Massivstructur (I, 428) versehenen Granites, selbst da, wo sie in grosser Zahl auftreten, nicht sowohl für eigentliche Schichten, als vielmehr für bankförmige Absonderungen zu erklären sein, welche vielleicht erst nach der Verfestung des Gesteins durch noch unbekannte Ursachen hervorgebracht wurden. Sollte sich jedoch beweisen lassen, dass diese bankförmige Absonderung ein, durch die allmälig und intermittirend fortschreitende Erstarrung bewirktes Structurverhältniss ist, so würde man auch mit Humboldt die betreffenden Parallelmassen für Schichten erklären müssen; (Central-Asien, I, 190). Am Ende kommt es nur darauf an, wie der Begriff von Schichten aufgefasst und festgestellt wird.

Wer sich über die mancherlei Gründe für und wider die Schichtung des Granites belehren will, dem empfehlen wir die Lectüre von Pötzsch, Bemerkungen und Beobachtungen über das Vorkommen des Granites in geschichteten Lagen, 1803, wo dieses Thema auf 554 Seiten abgehandelt wird; ferner *Playfair, Explication de la théorie de la terre de Hutton*, 1815, *p.* 235 ff., Greenough, Kritische Untersuchungen der ersten Grundsätze der Geologie, S. 1 ff. und Breislak, Lehrb. d. Geol. I, S. 444 ff.

Die bankförmige Absonderung aber ist eine sehr häufig vorkom-

mende und bisweilen auf grosse Strecken mit einer merkwürdigen **Regelmässigkeit** zur Ausbildung gebrachte Erscheinung, deren Verhältnisse besonders in Cornwall und Devonshire genauer erforscht worden sind.

Schon im Jahre 1821 bemerkte Sedgwick, dass die Absonderungsklüfte der dasigen Granite oft auf bedeutende Distanzen einen vollkommenen gegenseitigen Parallelismus behaupten. Diess bestätigte Boase im Jahre 1832, indem er berichtete, dass die Cornwaller Granite gewöhnlich in deutliche Bänke von stark geneigter und weithin paralleler Lage abgesondert seien; (*Trans. of the geol. soc. of Cornwall, IV*, 1832, 378). Im Jahre darauf behauptete Enys, dass die verticalen Klüfte des Granites bei Penryn die allgemeine Richtung NNW.—SSO. innehalten, und im Jahre 1834 stellte De-la-Beche den Satz auf, dass die bankförmige Absonderung der Cornischen und Devonischen Granite oft über bedeutende Räume nach bestimmten Richtungen Statt finde, unter welchen die von Enys angegebene Richtung die gewöhnliche sei; (*Researches in Theoretical Geol. p.* 103). Später gab derselbe Geolog in seinem *Report on the Geology of Cornwall etc.* nähere Nachweisungen über dieses Verhältniss, und bemerkte, dass, obgleich die Absonderungsklüfte (*divisional planes*) in Cornwall und Devonshire im Allgemeinen die Richtung von NNW.—SSO. behaupten, es doch auch viele Ausnahmen gäbe. So theilt er z. B. Beobachtungen aus dem Landsend-Districte mit, wo die Richtung dieser Klüfte um 35 bis 44° von der Nordsüdlinie nach Westen abweicht. Auch erwähnte er (a. a. O. S. 163), dass diese Absonderung in schichtenähnliche Bänke da, wo der Granit an den Schiefer angränzt, der Gränzfläche des letztern mehr oder weniger parallel, ausserdem aber häufig fast horizontal erscheine, und dass wohl durch solche Erscheinungen die Meinung veranlasst worden sein möge, dass der Granit geschichtet sei. Da der Hauptzug der Cornwaller Granitmassen die Richtung WSW.—ONO. hat, so würden also die herrschenden Kluftsysteme fast rechtwinkelig auf diese Richtung sein, was allerdings sehr merkwürdig erscheint.

Später hat Hausmann ähnliche Verhältnisse am Granite des Harzes nachgewiesen, welcher gewöhnlich drei Systeme von Absonderungsklüften zeigt, von welchen zwei eine senkrechte oder doch steile, und gegen einander fast rechtwinkelige Lage haben, während das dritte oft horizontal oder doch nur wenig geneigt ist; das eine der beiden ersteren Systeme streicht am häufigsten hor. 8 bis 11, also der Hauptrichtung der Granitmassen ungefähr parallel; (Ueber die Bildung des Harzgebirges, 1842, S. 112). — Leopold v. Buch bemerkte im Jahre 18.., dass der Granit fast überall, wo er erscheint, ellipsoidische Stöcke mit gewölbter Oberfläche, gleichsam Blasen, bilde, welche im Innern aus concentrischen Schalen bestehen, deren Bildung, eben so wie die Entstehung mancher Gneissschichten, als Folge der Zusammenziehung und daher Zertheilung der erkaltenden Massen zu erklären sein dürfte. (Poggend. Ann. Bd. 58, 289). Fast eben so sagt schon Leibniz: *credibile est, contrahentem se refrigeratione crustam bullas reliquisse et in folia quaedam discessisse. Protogaea* §. IV. Ein auffallendes Beispiel dieser Architektur liefert allerdings die Granitgreisen-Masse von Zinnwald; auch bei Worcester in Massachusetts zeigt der Granit ein System von concentrischen kuppelförmigen Bänken, welches Hitchcock für eine enorme Concretion hält.

Was die übrigen Gesteinsformen des Granites betrifft, so sind ausser der sehr häufigen **unregelmässig polyëdrischen** Absonderung (I, 481) und der ebenfalls öfters vorkommenden **parallelepipedischen, quaderförmigen**, und **pfeilerförmigen** Absonderung, welche grossentheils mit der so eben betrachteten bankförmigen Absonderung in Verbindung stehen, noch

die seltener zu beobachtenden säulenförmigen und kugligen Gesteinsformen zu erwähnen.

Von säulenförmiger Absonderung wurden bereits im ersten Bande, S. 480 Anm. ein paar Beispiele angeführt. Sie ist im Granitdistricte von Landsend in Cornwall sehr häufig, und kommt dort am schönsten am Cap Landsend selbst vor, so wie südlich davon am Tol-Pedn-Penwith, und nördlich davon am Huel-Oak-Point in St. Just; am Pordenack-Point haben die Prismen eine grosse Aehnlichkeit mit Basaltsäulen, sowohl was die Regelmässigkeit der Form, als was die transversale Gliederung derselben betrifft.

Auch von kugligen Gesteinsformen wurden schon (I, 438) Beispiele aus Schlesien und aus dem Fichtelgebirge erwähnt. Gustav Rose beschreibt ein interessantes Vorkommen von Schwarzbach im Riesengebirge; die Kugeln sind 3 bis 6 Zoll im Durchmesser, halten in der Mitte ein Individuum von Orthoklas, welches zunächst von Albit und Glimmer eingefasst wird, worauf grobkörniger Orthoklas mit Quarz folgt; sie liegen dicht über einander, und bilden einen 20 Fuss mächtigen Gang am sogenannten Krötenloche; (Poggend. Ann. Bd. 56, 624). Jokély erwähnt aus der Granitregion des mittleren Böhmen Granitkugeln, welche sehr glimmerreiche Kerne umschliessen, die von den Bewohnern der Gegend Granitseelen genannt werden. Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanstalt, B. VI, 1855, S. 375. Charpentier erwähnt vom Berge Moiné-Mendia, bei Hellette in den Pyrenäen, einen feinkörnigen Granit, der in unregelmässige sphäroidale Massen von 4 Zoll bis 2 Fuss Durchmesser abgesondert ist, an denen jedoch keine concentrisch-schalige Structur vorkommt. Dagegen sah Weawer in den Steinbrüchen von Knackaderry in Irland die mächtigen, 75° in Süd fallenden Bänke des Granites in concentrisch-schalige Kugeln abgesondert; eben solche fand Dufrénoy bei Argentat im Dep. de la Corrèze. Ganz merkwürdige Granitsphäroide beobachtete v. Eschwege am Küstenpunkte Praia-Grande in Brasilien: sie haben mehre Fuss im Durchmesser, sind länglich, z. Th. aufrecht stehend mit vertikaler Längsaxe, an der Spitze aufgebrochen, wie eine halbgeöffnete Rose, und mit einer sehr ausgezeichneten concentrisch-schaligen Structur versehen; innerhalb der zahlreichen und oft kaum eine Linie dicken Schalen umschliessen diese Steinknospen einen länglichen Kern, der lose und beweglich mitten innen aufrecht steht; (Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens, S. 35). Derselbe Beobachter erwähnt aus der Gegend von Porto in Portugal Granitkugeln von 10, 20 bis 50 Fuss Durchmesser. Eine äusserst interessante Kugelbildung beschreibt Alluaud aus dem Pegmatit von la Vilate, im Dep. de la haute Vienne; die $1/2$ bis 2 Meter grossen Sphäroide haben einen Kern von Orthoklas, welchen feinkörniger Feldspath umgiebt, der in mehren concentrischen Linien graue Quarzkörner umschliesst; diese Körner werden von innen nach aussen immer kleiner, indem sie anfangs nussgross, zuletzt aber nur noch so gross wie ein Stecknadelkopf sind. Andere dergleichen Sphäroide umschliessen in der Mitte Granat, Apatit, Arsenkies und Wolfram, worauf Albit mit Columbit folgt; *Bull. de la soc. géol. 2. série, VII*, 1850, *p.* 230).

Manche der sphäroidischen Formen des Granites treten erst bei der beginnenden Verwitterung des Gesteins hervor, und dürften nur eine Folge der weiter unten zu besprechenden concentrischen Exfoliation sein. Noch müssen wir einer eigenthümlichen polyëdrischen Absonderung des Granites gedenken, welche Hitchcock aus Massachusetts unter dem Namen *pseudomorphous Granite* beschreibt; ein grobkörniges Gemeng von Feldspath und Quarz wird nach allen Richtungen von grossen, aber ganz dünnen tombackbraunen Glimmerblättern durchsetzt, welche gegenseitig zusammentreffen, und dadurch die Gesteinsmasse in polyëdrische Gestalten absondern.

In Betreff der, Bd I, S. 561 erwähnten Uebergänge des Granites in andere Gesteine ist zuvörderst nochmals daran zu erinnern, dass auch eruptive Granitbildungen zuweilen in Gneiss übergehen. Obgleich die Erscheinung nicht gerade zu den häufigsten gehört, so ist sie doch oft genug beobachtet worden; sie stellt sich theils an den Gränzen gewisser Granit-Ablagerungen, also an den Druck- und Widerstandsflächen des Nebengesteins, theils aber auch stellenweise mitten innerhalb derselben ein; wie z. B. nach Jokély im mittleren Böhmen, wo sich aus dem Granite durch parallele Anordnung der Gemengtheile oftmals Gneiss entwickelt.

Ein anderer sehr häufig vorkommender Uebergang ist der in Syenit; zwar scheint er keineswegs allen Granitformationen eigen zu sein, er ist aber doch bei sehr vielen Granit-Ablagerungen nachgewiesen, und wird stets durch Mittelgesteine bewirkt, in welchen Glimmer und Hornblende zugleich auftreten, daher solche wohl auch Syenitgranit genannt worden sind. Diese Mittelgesteine verlaufen nicht selten in ganz glimmerfreie aber doch noch quarzführende Gesteine, weshalb man eben so Glimmergranit und Hornblendgranit unterscheiden könnte*), wie man Glimmergneiss und Hornblendgneiss unterschieden hat.

Uebergänge aus Granit in Felsitporphyr sind aus vielen Gegenden bekannt, und wesentlich darin begründet, dass die Hauptmasse des Gesteins allmälig immer feinkörniger und endlich dicht wird, während einzelne grössere Krystalle von Feldspath und Quarz in ihr ausgeschieden sind. Das südliche Norwegen, Cornwall, die Vogesen, Sachsen und andere Länder liefern mehr oder weniger ausgezeichnete Beispiele.

Selten, und wohl ebenfalls nur gewissen Granitformationen eigen, sind die Uebergänge in Greisen, welche ganz einfach daraus hervorgehen, dass sich die Feldspäthe gänzlich zurückziehen, so dass endlich ein nur aus viel Quarz und wenig Glimmer bestehendes Gestein übrig bleibt.

Die schörlreichen Granite gehen auf dieselbe Weise in Schörlquarz über. Endlich zeigt auch der Granit bisweilen an seinen Contact- und Gränzflächen, so wie in seinen Apophysen Uebergänge in dichten Felsit und in porphyrähnliche Gesteine, welche von gewöhnlichen Felsitporphyren oft gar nicht zu unterscheiden sind.

Für die an den Gränzen granitischer Ablagerungen vorkommenden Uebergänge in Gneiss sind bereits oben S. 58 mehre Beispiele angeführt worden. Die Erscheinung findet sich aber auch da und dort inmitten granitischer Ablagerungen. Der Granit des Mölibokus geht nach v. Oeynhausen oft sehr rasch durch Entwickelung flasriger Structur in Gneiss, und dieser wiederum in Granit über; dasselbe gilt nach Phillips von dem Granite der Malvernhills in England, und würde auch von der Granitgneissbildung der Lofoten gelten, dafern solche als eine Granitformation zu betrachten ist.

---

*) Diess ist auch z. B. von Jokély hinsichtlich der im mittlern Böhmen auftretenden Granite geschehen, wo bald die eine, bald die andere Varietät vorwaltet, während beide untrennbar verbunden sind. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, B. VI, S. 369.

Ganz unzweifelhafte Uebergänge aus Granit in Syenit finden sich z. B. in Sachsen auf dem linken Elbufer, in der ganzen Linie von Gauernitz bis nach Spittewitz, ferner am Thüringer Walde bei Suhl und Ilmenau, in Schlesien zwischen Wartha und Reichenstein, in Ober-Oesterreich nach Peters, in den Vogesen, in Schottland, in den Malvernhills, im südlichen Norwegen, und in vielen andern Ländern.

Die seltneren Uebergänge in Greisen scheinen, eben so wie die in Schörlquarzit, besonders an den Gränzen gewisser Granit-Ablagerungen vorzukommen; für die ersteren liefern die Gegenden von Lindenau, Schnarrtanne und Winselburg in Sachsen, so wie die von Hirschenstand in Böhmen, für die anderen viele Puncte in Cornwall recht ausgezeichnete Beispiele.

Alle die bisher betrachteten Uebergänge sind wirkliche und wesentliche Uebergänge. Dagegen finden wohl die aus Granit in Augitporphyr oder Basalt, in Thonschiefer, in Sandstein, oder gar in Kalkstein erwähnten Uebergänge nur scheinbar Statt, indem sie entweder für blose Contactphänomene, mit einseitiger Imprägnation gewisser Bestandtheile, oder für Zersetzungsphänomene zu erklären sind. Das Letztere gilt namentlich von den Uebergängen in Sandstein.

Die Oberfläche granitischer Ablagerungen ist nämlich oft bis auf bedeutende Tiefe zu einem scharfkörnigen Grus und Sand aufgelöst, welcher nach unten allmälig in den festen Granit verläuft. Dergleichen granitischer Grus hat nun oftmals das Material zu den ersten Schichten von Sandsteinformationen geliefert, welche unmittelbar über dem Granite abgesetzt worden sind. Während diese ersten Schichten fast nur aus Granitgrus bestehen, enthalten die nächstfolgenden Schichten immer weniger davon, bis endlich der reine quarzige Sandstein folgt. Auf diese Weise sind die angeblichen Uebergänge aus Granit in den *old red sandstone* an den Küsten von Caithness in Schottland zu beurtheilen, auf welche Macculloch ein so grosses Gewicht legte; eben so die Uebergänge aus Granit in bunten Sandstein, in Arkos und in feldspathreiche Sandsteine, wie sie aus so vielen Gegenden erwähnt werden; (I, 666). Die sogenannten regenerirten Granite, welche zumal bei einigen älteren Schriftstellern eine grosse Rolle spielen, sind nichts Anderes, als dergleichen, aus verkittetem Granitgrus bestehende Sandsteine.

§. 301. *Verschiedene Arten von Granit.*

Man hat versucht, gewisse Granit-Varietäten, welche fast überall mit denselben allgemeinen Eigenschaften auftreten, hervorzuheben und mit besonderen Namen zu belegen, und es ist wichtig, diese Unterscheidungen zu berücksichtigen, weil solche, sofern sie auf einer mineralogischen Unterscheidung beruhen, als die ersten Schritte zu einer genaueren Kenntniss der verschiedenen Granitformationen zu betrachten sein dürften. So unterscheidet G. Rose den eigentlichen Granit und den Granitit, Delesse mit anderen französischen Geologen den Protogin und den Pegmatit. — Die Unterscheidung des gemeinen, oder gleichmässig-körnigen Granites von dem porphyrartigen Granite mag zwar für einzelne Gegenden wichtig sein, kann jedoch nicht auf Allgemeingiltigkeit Anspruch machen, da bisweilen eine und dieselbe Granit-Ablagerung ihr Gestein bald als gemeinen, bald als porphyrartigen Granit erscheinen lässt. — Ob und wiefern die, besonders auf ihre

gegenseitigen Verbreitungs- und Durchsetzungs-Verhältnisse gegründeten Unterschiede eines grobkörnigen und feinkörnigen Granites, eines Gebirgsgranites und Ganggranites, auf wesentlichen Differenzen ihrer mineralischen Zusammensetzung beruhen, darüber muss erst durch künftige genaue Untersuchungen entschieden werden. Indem wir wegen der Unterscheidung des Granites, Granitites, Pegmatites und Protogins auf die im ersten Bande, S. 557 ff. mitgetheilten Bemerkungen verweisen, nehmen wir hier Veranlassung, über diese Gesteine noch Folgendes einzuschalten. Gerade so, wie G. Rose in mehren granitischen Regionen den Granitit vom Granite trennt, unterscheidet auch Delesse in den Vogesen den eigentlichen Vogesengranit (*Granite des Vosges*) von dem Granite der Ballons (*Granite des Ballons*). Der Granit der Vogesen hat die Zusammensetzung des Rose'schen Granites; jener der Ballons dagegen entspricht dem Granitite. Dieser letztere ist jünger, als der erstere, meist porphyrartig ausgebildet, und geht durch Aufnahme von Hornblende in den dortigen Syenit über.

Auch theilt Delesse sehr interessante Resultate mit über die Verschiedenheiten des Kieselerde-Gehaltes und des specifischen Gewichtes, welche sich in den centralen und in den peripherischen Theilen einer und derselben grösseren Granit-Ablagerung zu erkennen geben. So findet sich z. B. im Innern und auf dem Gipfel des Ballon d'Alsace ein wahrer Syenitgranit mit 70 p. C. Kieselerde; derselbe geht nach aussen allmälig in einen minder krystallinischen, feinkörnigen, sehr quarzarmen Syenit über, mit nur 61 p. C. Kieselerde; noch weiter auswärts erscheint das Gestein als ein quarzfreier Diorit, mit einem triklinischen Feldspathe, vieler Hornblende und Magneteisenerz, in welchem Gesteine der Kieselerdegehalt nur noch 50 p. C. beträgt. Das specifische Gewicht verhält sich umgekehrt wie der Kieselsäure-Gehalt; dasselbe beträgt nämlich in den centralen Theilen 2,65, weiter auswärts 2,70, und für das dioritische Gestein 2,86. Delesse glaubt, dass diese Verhältnisse von der verschiedenen Höhe der centralen und der peripherischen Theile abhängig sind, und dass durch die blose Wirkung der Schwerkraft eine Sonderung der leichteren und der schwereren Bestandtheile eingetreten sei, wodurch die verschiedene Gesteinsbeschaffenheit bedingt wurde. *Comptes rendus*, *t.* 36, 1853, *p.* 484 f. *Annales des Mines* [5], *vol.* 3, 1853, *p.* 368—410; *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol.* 9, *p.* 464 ff.

Zu den ausgezeichneten Vorkommnissen von Pegmatit gehört auch der beryllführende, höchst grobkörnige Granit von Langenbielau in Schlesien, welcher einen Gang im Gneisse bildet. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 291. Ganz ähnlich erscheinen die im Gneisse und Glimmerschiefer aufsetzenden Gänge und Stöcke von Granit, welche im Baierschen Waldgebirge bei Zwiesel, am Harlachberge, bei Maisried und am Hühnerkobel unweit Rabenstein bekannt sind.

Der Zwieseler Gang z. B. besteht an beiden Salbändern aus feinkörnigem Granite, der aber nach der Mitte zu immer grobkörniger wird, und zuletzt als ein höchst grosskörniges Gestein, z. Th. auch als Schriftgranit, erscheint; dort finden sich auch die bekannten Rosenquarze, grosse Glimmertafeln, nebst schwarzem Turmalin, Triplit und Columbit. Der Rabensteiner Granitstock umschliesst in seiner Mitte, wo er ebenfalls höchst grosskörnig ist, ein colossales Quarznest, in welchem Rosenquarz, Albit, Glimmer, Beryll, Apatit, Triphylin, Columbit u. a.

Mineralien vorkommen. Wineberger, Geogn. Beschr. des Baierschen Waldes, 1851, S. 50 f. Dieselben Bildungen wiederholen sich nach Müller's Beobachtungen in der Gegend von Tirschenreuth.

Dass die eigentlichen Protogingranite (I, 559) sehr gewöhnlich nach aussen in gneissartige und zuletzt in schiefrige Gesteine verlaufen, diess wurde bereits im ersten Bande S. 550 erwähnt*). Diese Protogingneisse und Protoginschiefer zeigen nach Delesse etwas abweichende Verhältnisse ihrer Zusammensetzung von jener des Protogingranites. Die Feldspathkrystalle werden immer kleiner und undeutlicher; der Quarz erscheint sehr feinkörnig und weiss, und tritt immer mehr zurück; der grüne Glimmer wird immer hellfarbiger, und bildet ganz kleine Schuppen, welche zu Flasern vereinigt sind; der Talk wird immer vorwaltender; und so ändert sich, zugleich mit der Structur und dem Habitus des Gesteines, auch das Verhältniss seiner wesentlichen Bestandtheile, obgleich diese in der Hauptsache immer dieselben bleiben.

Durch Bausch-Analysen, welche Delesse mit granitartigen und schiefrigen Varietäten anstellte, erhielt er das interessante Resultat, dass der Gehalt an Kieselerde fortwährend abnimmt, je mehr der granitische in den schiefrigen Habitus übergeht, so dass die charakteristischen Protoginschiefer vielleicht 10 Procent weniger Kieselerde enthalten, als die charakteristischen Protogingranite. Nun ist es aber durch die Untersuchungen der ausgezeichnetsten Geologen erwiesen, dass die grossen Protogin-Ablagerungen der Alpen in ihrer Mitte aus granitischen Varietäten bestehen, und gegen ihre Peripherie hin ganz allmälig durch gneissartige in schiefrige Varietäten übergehen. So stellt sich also hier ein höchst merkwürdiger Zusammenhang zwischen den chemischen, petrographischen und geotektonischen Verhältnissen der verschiedenen Protogingesteine heraus. (Man vergleiche die treffliche Abhandlung von Delesse: *Sur la Protogine des Alpes*, in *Ann. de Chimie et de Physique*, 3. *série*, *XXV*, und im *Bull. de la soc. géol.* 2 *série*, *VI*, 230 ff.) Boubée, welcher daran erinnert, dass er den Protoginschiefer schon lange mit dem Namen Gnégyne belegt habe, erklärt sich zwar gegen dergleichen Analysen *en bloc*, weil die Gesteine in ihrer mineralischen Zusammensetzung zu schwankend seien. Wir glauben jedoch mit der Mehrzahl der Geologen und Chemiker übereinzustimmen, wenn wir solchen Bausch-Analysen der Gesteine einen hohen Werth zuerkennen. Uebrigens erklären sich sowohl Boubée als auch Andere entschieden gegen die Ansicht, dass die Protogine metamorphische Gesteine sind.

§. 302. *Untergeordnete Gesteine und Erzlagerstätten, welche dem Granite wesentlich angehören.*

Zu denjenigen untergeordneten Gesteinen, welche mit dem Granite selbst in einem sehr innigen genetischen Zusammenhange stehen, gehören besonders gewisse Gneisse und Porphyre, der Syenit, der Greisen und der Schörlquarzit oder Schörlfels.

Dass diejenigen Gneisse, welche sich unmittelbar aus dem Granite selbst entwickeln, indem derselbe Parallelstructur und Schichtung entfaltet, als wesentliche untergeordnete Gesteine der betreffenden Granitformation zu betrachten sind, diess kann wohl von Niemand in Zweifel gestellt werden.

---

*) Brochant hat diess schon erkannt; *Ann. des Mines*, *IV*, 1819, *p.* 282.

Wenn also die betreffende **Granitformation** als eine **eruptive** Bildung erkannt worden ist, so wird wohl auch für die ihr anhängenden oder eingeschalteten, jedenfalls aber organisch mit ihr verbundenen **Gneissbildungen dieselbe** Entstehungsweise geltend zu machen sein.

Sollten daher die Protogin**granite** der Alpen als eruptive Bildungen zu erkennen sein, so würden wir gar keinen Anstand nehmen können, auch die sie umgebenden Protogin**gneisse** für solche Bildungen zu erklären; beide sind ja nur die centralen und peripherischen Theile einer und derselben Gesteinsablagerung, und stehen mit einander in einem so genauen Zusammenhange, wie der Holzkörper und die Rinde eines Baumstammes. Da man jedoch mehr geneigt ist, sie für metamorphosirte Sedimentgesteine zu erklären, so verweisen wir auf die oben S. 58 erwähnten Beispiele von solchem Gneiss, welcher zu unzweifelhaft eruptiven Graniten in dem hier angedeuteten Verhältnisse steht.

Was von dem Gneisse, das gilt auch von den **porphyrähnlichen** Gesteinen, welche sich bisweilen aus den Graniten, an ihrer Gränze gegen andere Gesteine, oder in ihren Apophysen und Ramificationen herausbilden, indem das granitische Gestein durch eine fortwährende Verfeinerung seines Kornes zuletzt in ein dichtes, homogenes, oder auch in ein, durch eingesprengte Quarz- und Feldspathkörner porphyrartiges Gestein übergeht.

Diese Erscheinung ist nicht so gar selten zu beobachten. Von vielen Beispielen wollen wir nur eines gedenken, welches Necker bei Valorsine im Ravin-de-Rupes beobachtete. Dort setzt im Hornfels ein keilförmiger Stock von Granit auf, welcher unten 2 bis 3 Toisen mächtig ist, nach oben aber sich verschmälert und endlich auskeilt; gegen seine Gränzen wird dieser Granit immer feinkörniger, und zuletzt ein wahrer Porphyr, mit dichter Grundmasse, in welcher sparsame kleine Feldspathkrystalle und grosse Quarzkörner enthalten sind.

Dass viele Granit-Ablagerungen stellenweise in **Syenit** übergehen, ist schon oben S. 194 in Erinnerung gebracht worden; es geht diess nicht selten so weit, dass eine und dieselbe Ablagerung in verschiedenen Regionen ihres Verbreitungsgebietes bald aus Granit, bald aus Syenit besteht, wobei zuweilen die Syenitfelder in ihrer Ausdehnung mit den Granitfeldern wetteifern.

Diess ist z. B. in Sachsen auf dem linken Elbufer der Fall; ja, im südlichen Norwegen ist der Syenit ganz entschieden das vorwaltende Gestein. Obgleich daher beide Gesteine so innig verbunden sind, dass sie gewöhnlich **ein Ganzes** bilden, und als Formationen gar nicht getrennt werden können, so halten wir es doch für zweckmässig, den Syenit weiter unten in einem besondern Paragraphen zu behandeln, weil er gar nicht selten eine bedeutende **Selbständigkeit** gewinnt, und weil es doch nur **gewisse** Granitformationen sind, welche sich mit ihm verbunden zeigen.

Obgleich der **Greisen** bisweilen auch innerhalb anderer Gesteine, und ohne in einer sichtbaren Verbindung mit Granit zu stehen, angetroffen wird, wie z. B. bei Schlackenwalde im Gneisse, bei Altenberg im Porphyr, so pflegt er doch gewöhnlich auf eine so innige Weise mit dem Granite verbunden zu sein, dass man ihn nur als diejenige **extreme Modification** desselben betrachten möchte, welche durch das allmälige Zurücktreten und gänzliche Verschwinden des Feldspathes zum Vorschein kommen muss.

Auf diese Weise erscheint er z. B. bei Zinnwald, wo mitten aus dem Porphyr eine elliptische, von Nord nach Süd etwa 1/4 Meile lange Kuppe von Greisen hervorragt, welche häufig in Granit übergeht, und an vielen Stellen ganz regellos gestaltete Granitpartieen umschliesst. Eben so sieht man am Kielberge, an der westlichen Gränze der grossen Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie, den Granit sehr deutlich in Greisen übergehen. Dasselbe ist bei Vaurly im Dep. der oberen Vienne der Fall, wo der Greisen mitten im Granite ganz unregelmässige Stöcke bildet; und so verhält es sich in Cornwall, in Ungarn und in anderen Gegenden, wo der Greisen überall als ein mit dem Granite verbundenes Gestein erkannt worden ist. Uebrigens enthält er nicht nur häufig Zinnerz eingesprengt, sondern er umschliesst auch bisweilen Gänge und andere Lagerstätten dieses Erzes.

Auch der Schörlfels giebt sich als eine mit dem Granite in sehr naher Beziehung stehende Felsart zu erkennen. Bei der petrographischen Beschreibung der Granite (I, 557) wurde schon bemerkt, dass manche derselben eine . osse Menge von Schörl enthalten; besonders sind es gewisse grobkörnige und rphyrartige Varietäten, in welchen dieses Mineral vorkommt; und zwar er- heint dasselbe entweder in Drusenräumen, oder im Gesteine selbst, theils ngesprengt, theils, und am häufigsten, in kleineren oder grösseren, z. Th. .stgrossen Partieen von stängliger Zusammensetzung, welche fast immer it Quarz verwachsen sind. Dabei pflegt der Glimmer gewöhnlich sehr zu- kzutreten.

Schon Lasius bemerkte, dass am Harze diese schörlführenden Varietäten sonders an den äusseren Gränzen der Granit-Ablagerungen auftreten, und opold v. Buch hob später die Wichtigkeit und Allgemeingiltigkeit dieser Be- rkung hervor*), welche sich übrigens auch für Cornwall bestätigt, von wo ase berichtet, dass der Schörl um so häufiger werde, je näher man der nze komme, und dass sich an dem ganzen westlichen Rande der Granit- tie von St. Austell der schörlreiche Granit hinziehe; (*Trans. of the geol. soc. Cornwall, IV*, 1832, *p.* 240 und 378). Dasselbe findet nach De-la-Beche bei grossen Granitpartie von Dartmoor in Devonshire, und überhaupt bei allen rigen Granitmassen Statt; (*Report on the Geol. of Cornw.* 157). Ja, sogar in Granitgängen findet dieses vorwaltend peripherische Vorkommen des orls seine Bestätigung, indem dergleichen Gänge nicht selten nur an bei- n Salbändern schörlführend sind.

Aus diesen schörlführenden Graniten entwickeln sich nun die Schörl- rzite dadurch, dass der Glimmer und der Feldspath allmälig verschwin- , und ein bloses Gemeng von Quarz und Schörl zurückbleibt, weshalb i es schon im Jahre 1822 den Schörlfels für eine Varietät oder Modification s Granites erklärte, was wohl auch für den körnigen Schörlfels unbe- t zugestanden werden kann, welcher noch bisweilen grosse Feldspathkry- le enthält.

Diese Feldspathkrystalle sind aber stellenweise zerstört, und ihre hinter- senen Hohlräume theilweise mit Schörlkrystallen ausgefüllt worden, welche

* Leonh. Min. Taschenbuch, 1824, S. 498.

sich nach verschiedenen Richtungen durchkreuzen*); dieses sehr merkwürdige Verhältniss erwähnt De-la-Beche von Meladore und von Trevalgan unweit St. Ives; (*Report etc. p.* 160). — Für die nahe Verwandtschaft des Schörlquarzites mit dem Granite, sogar in seinen schiefrigen und dichten Varietäten, spricht übrigens auch die gewöhnliche Art seines Vorkommens, indem er entweder noch innerhalb des (meist selbst schörlführenden) Granites, oder auf der Gränze, oder doch in der unmittelbaren Nähe von Granit-Ablagerungen aufzutreten pflegt.

Innerhalb des Granites selbst ist seine gewöhnlichste Lagerungsform die, dass er in gangähnlichen Parallelmassen oder Zonen auftritt, welche dem Granite regelmässig eingeschaltet sind, so dass die Felswände wie gebändert oder gestreift erscheinen; an der Gränze von Granitmassen bildet er Gänge, welche den Schiefer wie den Granit durchsetzen, und daher eine gewisse Unabhängigkeit beurkunden; am seltensten erscheint er in grösseren selbständigen Massen innerhalb des Schiefergebirges, welche aber gleichfalls als Dependenzen benachbarter Granit-Ablagerungen zu betrachten sein dürften. Die gangartigen Gebilde bestehen zum Theil aus dichtem oder schiefrigem Schörlfels, sind sehr häufig mit Zinnerz imprägnirt, ja nicht selten geradezu als Zinnerzgänge ausgebildet.

Forbes beschrieb die Verhältnisse bei Rosemodris in Cornwall, wo der Granit an seiner westlichen Gränze von sehr vielen parallelen Schörlfelsgängen durchsetzt wird, die $1/2$ bis 2 Fuss mächtig, und wenigstens 300 Fuss einwärts in den Granit, nicht aber auswärts in die aufliegenden Schiefer zu verfolgen sind. Auch am Polmear-Cliff wird der Granit von zahlreichen solchen Gängen durchschnitten, welche ihn auf ähnliche Weise in lauter regelmässige Parallelmassen abtheilen, wie die zinnführenden Quarzgänge am St. Michaëlsberg; (Forbes und Carne, in *Trans. of the geol. soc. of Cornwall, II,* 1822, 57, 253, 262). — Nach Sedgwick besteht der Granit von St. Austell-Moor ganz und gar aus abwechselnden Parallelmassen von Granit und Schörlfels; hier ist es Granit mit Streifen von Schörlfels, dort ist es Schörlfels mit Streifen von Granit; alle diese Streifen haben ostwestliches Streichen und sehr starkes Fallen; die Schörlfelsstreifen aber lassen oft in der Mitte eine schmale, durch Zinnerz bezeichnete Absonderung erkennen, wie denn auch beiden Gesteinen dasselbe Erz eingesprengt ist. — Mit allen diesen Erscheinungen sind die Stockwerke von zinnerzführenden Quarzgängen, wie solche am Cligga-Point, auf der Carclaze-Grube bei St. Austell, auf der Beam-Grube in Roche, am St. Michaëlsberg bei Penzance, und auch bei Geyer und Ehrenfriedersdorf in Sachsen vorkommen, so nahe verwandt, dass man wohl berechtigt ist, sie insgesammt auf einen und denselben Bildungsprocess, und auf eine gemeinschaftliche Ursache zurückzuführen.

Für die innige Verknüpfung dieser Schörlfelsgänge mit dem Granite, welche schon Forbes bestimmte, ihr Gestein nur als eine Modification des Granites zu

*) Auch Sorby gedenkt in seiner Abhandlung *On the microscopical structure of crystals* dieser merkwürdigen Pseudomorphosen von Schörl, nebst Quarz und Glimmer, nach Orthoklaskrystallen, als einer sehr wichtigen Erscheinung, welche sich auch an vielen anderen Orten in Cornwall wiederhole. An sie schliessen sich die bekannten, von Zinnerz gebildeten Pseudomorphosen nach Orthoklas an, welche, eben so wie die übrigen, wohl nur unter Mitwirkung des Wassers gebildet worden sein können.

betrachten, spricht insbesondere eine von Carne mitgetheilte Thatsache. Bei Carn-Boscawen setzt im Granite ein bis 8 Fuss mächtiger Gang von Schörlfels auf, welcher in einer fast verticalen Felswand, vom Wasserspiegel bis zu etwa 60 F. Höhe sichtbar ist; allein sowohl nach oben als nach unten erreicht dieser Gang sein Ende; oben zerschlägt er sich in mehre Trümer, die allmälig schmäler werden und sich endlich auskeilen; nach unten verliert er sich gänzlich im Granite, und bildet nur einen Körper mit demselben; (Carne, a. a. O. III, 220).

Seltener erscheinen die Schörlfelsgänge im Schiefer. Carne erwähnt dergleichen von Zennor und von der Botallack-Grube in Cornwall, und fügt hinzu, dass sie wirkliche Gänge zu sein scheinen, da sie scharfe Salbänder haben und die Granitgänge der dortigen Küste durchschneiden; (a. a. O. II, 57). Auch am Polmear-Cliff, wo der Granit mit zahllosen Gängen in den Schiefer hinausgreift, setzt nach Forbes ein Schörlfelsgang durch die Granitgänge und lässt sich weit in den Hauptkörper des Granites verfolgen, woraus sich ergiebt, dass er auch den Schiefer durchsetzen muss; (*ibid.* 263). Nach De-la-Beche wird der zu Kaolin zersetzte Granit von St. Austell an seinen Gränzen gegen den Schiefer äusserst reich an Schörl; ja die von ihm abhängenden Ausläufer (*stripes*) sind Schörlfels; so die Ausläufer von Watch-Hill, Burthy-Row und der berühmte Roche-Rock.

Dieser Roche-Rock (oder Roach-Rock) bei Bodmin liegt schon im Gebiete des Schiefers, und liefert ein ausgezeichnetes Beispiel für das seltene Vorkommen des Schörlfelses in grösseren, selbständigen Massen; es ist ein eminenter Felsen, gebildet von ungeheuren oblongen Massen, die gerade so über einander geschichtet sind, wie die Granitbänke in den Tors. Sein Gestein ist ein körniger Schörlfels von sehr gleichförmigem Korne, und leicht zersprengbar, obgleich hart und unverwüstlich. — Forbes erwähnt von der Küste bei Cape-Cornwall ein zweites Beispiel einer grösseren Schörlfels-Ablagerung, welche jedoch unmittelbar mit dem Granite zusammenhängt. — Bei Beyerfeld, unweit Schwarzenberg in Sachsen, steht auf ein paar hundert Schritt weit mitten im Glimmerschiefer ein körniges Gemeng aus viel Schörl und wenig Quarz an, welches nicht geschichtet, aber im grossen ungemein zerklüftet ist. (Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, II, S. 201 f., wo auch auf die grossen Analogieen aufmerksam gemacht wird, welche das Vorkommen des Schörlfels in Sachsen mit jenem in Cornwall erkennen lässt.)

Aus allen Verhältnissen des Schörlquarzites ergiebt sich wohl, dass seine [Bil]dung in einem noch unergründeten Zusammenhange sowohl mit der Bildung [des] Granites, als auch mit jener des Zinnerzes gestanden haben muss. Vielleicht dürfte die von De-la-Beche angedeutete Idee zur Lösung des Räthsels [füh]ren, dass auf den Parallelklüften des Granites, bald nach und in Folge sei[ne]r Bildung, Solutionen eindrangen, welche den angränzenden Granit metamorphosirten*). Daubrée ist geneigt, dem Fluor eine sehr wichtige Rolle anzu[weis]en, indem er vermuthet, dass das Silicium, Zinn u. s. w. aus dem Erd[inn]ern als Fluorverbindungen hervortraten, welche dann einer Zersetzung un[ter]lagen; (*Ann. des mines*, 3 *série*, *XX*, 1841, *p.* 108).

Ausser den bisher betrachteten Gesteinen umschliesst aber auch der Gra[ni]t bisweilen andere, ganz fremdartige Gesteinsmassen. Dahin gehören zu-

* In der That möchte ein (natürlich hydrochemischer) Verkieselungsprocess, [d]er zugleich mit der Bildung von Zinnerz und meist auch von Schörl verbunden war, [di]e einfachste Erklärung für die Entstehung des Greisen, wie des Schörlfels und der zinn[füh]renden Quarzgänge gewähren. Vergl. Band I, S. 778.

vörderst Gänge und Gangstöcke von verschiedenen eruptiven Gesteinen, z. B. von Diorit, Grünstein, Porphyr, Basalt u. s. w., dergleichen in manchen Granitregionen zu den häufigen Erscheinungen gehören; ferner Erz- und Mineralgänge, wie z. B. Zinnerzgänge, Bleiglanzgänge, Rotheisenerzgänge, Barytgänge und Quarzgänge, welche letztere oft eine sehr bedeutende Erstreckung und Mächtigkeit besitzen. Alle diese Vorkommnisse sind, als gänzlich unabhängige Bildungen, von der allgemeinen Betrachtung des Granites auszuschliessen; sie haben nur für diejenigen Granitregionen Bedeutung, in denen sie sich gerade vorfinden, und gehören eben so wenig zur Naturgeschichte des Granites, wie die Basaltgänge auf Rathlin (I, 751) zur Naturgeschichte der Kreide.

Dagegen giebt es aber auch gewisse, dem Granite untergeordnete Erzlagerstätten und Gesteinsmassen, welche in einer so entschiedenen Abhängigkeit von ihm stehen, dass ihr Vorkommen an seine Existenz geknüpft ist, weshalb sie denn auch aus seinem Bereiche gar nicht heraustreten.

Dahin gehören von Erzlagerstätten vielleicht schon manche Zinnerzlagerstätten, wie z. B. die Zinnwalder im Erzgebirge, ganz entschieden aber manche Eisenerzlagerstätten, wie z. B. die von Suhl am Thüringer Walde, von Neudeck im Erzgebirge, von Traversella in Piemont, manche Kupfererzlagerstätten, wie z. B. die von Sätersdalen in Norwegen; auch dürften in dieselbe Kategorie viele erzreiche Contactbildungen zu rechnen sein, welche auf der Gränze zwischen granitischen oder syenitischen Ablagerungen und anderen Gesteinen, zumal körnigen Kalksteinen, vorkommen. — Was ferner die hierher zu rechnenden Gesteinsmassen betrifft, so sind besonders einerseits Massen von Gneiss, Glimmerschiefer und anderen schiefrigen Gesteinen, anderseits gang- oder stockartige Massen von körnigem Kalkstein zu erwähnen. Denn, wenn auch manche der erstgenannten Gesteinsmassen nur als locale Modificationen des Granites selbst zu betrachten sein dürften, so zeigen doch viele derselben so entschieden den Charakter von fremdartigen Bildungen, von colossalen Einschlüssen, und so möchte dasselbe von den Kalksteinen so unzweifelhaft anzunehmen sein, dass wir es für zweckmässig erachten, die Betrachtung aller dieser grösseren Einschlüsse mit in den folgenden Paragraphen zu verweisen.

§. 303. *Fremdartige Einschlüsse im Granit.*

Zu den wichtigsten Erscheinungen, welche die Granite aller Formationen darbieten, gehören die mancherlei fremdartigen Einschlüsse derselben. Sie bestehen theils in kleineren Fragmenten, theils in grösseren Massen anderer Gesteine, welche Massen, nach Maassgabe ihrer Formen und Dimensionen, bald als colossale Bruchstücke, bald als lagerartige oder gangartige Gebirgsglieder erscheinen, gewöhnlich aber in ringsum abgeschlossener Lagerung (I, 877) vom Granite umgeben werden. Alle diese Einschlüsse gewinnen aber deshalb eine grosse Bedeutung, weil sie mit als Beweise für die eruptive

unter gewaltsamen Kraftäusserungen vollzogene Geburt des Granites zu betrachten sind (I, 917), indem es namentlich die grösseren Massen der Art ganz augenscheinlich erkennen lassen, dass sich das Material des Granites ursprünglich und unmittelbar bei seiner Ablagerung in einem plastischen, zähflüssigen Zustande befand, welcher allein die Suspension so colossaler Fragmente ermöglichen konnte, und dass solches Material bei seiner Eruption eine ungeheuere zertrümmernde und fortschaffende Kraft ausgeübt haben muss.

Welche Zweifel auch von Seiten der Chemie gegen die pyrogene Natur des Granites erhoben werden mögen, die eruptive Natur desselben wird durch diese und andere Erscheinungen ganz unwiderleglich bewiesen. — Dass man versucht hat, das Vorkommen von eckigen und abgerundeten Gesteinsbruchstücken zur Unterstützung der Ansicht zu benutzen, der Granit sei ein bloses metamorphosirtes Conglomerat, darauf wurde bereits Band I, S. 560 in einer Anmerkung hingewiesen: diese Ansicht liefert nur einen Beweis dafür, auf welche Abwege die maasslosen Uebertreibungen einer, innerhalb gewisser Gränzen sehr wohl begründeten Theorie führen können; (Vergl. auch v. Leonhard, Lehrb. der Geogn. 2. Ausg. S. 621).

Bei dieser Gelegenheit haben wir noch einer anderen Ansicht zu gedenken, auf welche gleichfalls schon früher (I, 919) hingedeutet worden ist; der Ansicht nämlich, dass diese Bruchstücke gar nicht wirklich als solche, sondern als blose fragmentähnliche Concretionen zu betrachten seien. Dass wirklich zuweilen Concretionen vorkommen, welche in ihrer Gestalt eine trügerische Aehnlichkeit mit eckigen oder abgerundeten Fragmenten besitzen, diess ist freilich eben so wenig zu läugnen, als dass mitunter wirkliche Fragmente, durch die Verschmelzung und Vertuschung ihrer Contoure, das Ansehen von Concretionen erhalten; (I, 122 und 560). Dergleichen zweifelhafte Vorkommnisse können uns jedoch nimmer berechtigen, die unzweifelhaften, nach allen ihren Eigenschaften als wirkliche Fragmente charakterisirten Vorkommnisse für pseudofragmentare Bildungen zu erklären. Jeder unbefangene Beobachter wird die Glimmerschieferfragmente unserer Erzgebirgischen, oder die Granulitfragmente unserer Kriebsteiner Granitgänge auf den ersten Blick für Bruchstücke erkennen, und es setzt einen fast unglaublichen Einfluss vorgefasster Meinungen voraus, um solche und ähnliche Erscheinungen auf die angedeutete Weise zu interpretiren. Wo die Thatsachen mit so augenscheinlicher und handgreiflicher Evidenz vorliegen, da bedarf es gar keines gelehrten Beweises, und wer ihn fordern sollte, den kann man nur bitten, die Augen zu öffnen. Desungeachtet hat noch in neuerer Zeit einer der grössten Mineralogen die sämmtlichen Bruchstücke, welche sowohl in den eruptiven Gesteinen als in den Erzgängen vorkommen, für ursprüngliche und gleichzeitige Bildungen mit denen sie einschliessenden Gesteins- und Gangmassen erklären wollen*).

Das Vorkommen wirklicher Bruchstücke von Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer und anderen Silicatgesteinen im Granite ist eine schon lange bekannte Erscheinung, von welcher aus Sachsen Charpentier bereits im Jahre 1778, und 10 Jahre darauf Werner in seiner Classification der Gebirgsarten Bericht gegeben hat. Später wurde dieselbe Erscheinung fast in allen Ländern nachgewiesen, wo nur Granit vorkommt, und gegenwärtig kann man behaupten, dass es wenige Granit-Ablagerungen giebt, in welchen nicht

---

* Mohs, die ersten Begriffe der Mineralogie und Geognosie, II, 1842, 140 f. und 327 f.

hier und da dergleichen Fragmente beobachtet worden wären*). Wir haben uns nun besonders mit den Verhältnissen ihrer Grösse und Form, ihres Vorkommens, ihrer Lage, ihrer Verknüpfung mit dem Granite, ihrer Gesteinsbeschaffenheit und ihrer Lagerung zu beschäftigen.

Die Grösse der erwähnten Fragmente ist sehr verschieden; von kleinen Brocken und Splittern, welche noch keinen Zoll im Durchmesser erreichen, gehen sie durch fuss- und lachtergrosse Blöcke in hausgrosse Massen über, und gewinnen endlich so colossale Dimensionen, dass sie wie selbständige Gebirgsglieder erscheinen, und als sogenannte Stückgebirge beschrieben worden sind.

So sieht man z. B. in den Greifensteinen bei Geyer fuss- und lachtergrosse Glimmerschieferblöcke, im Fischerschen Steinbruche bei Mittweida Gneissfragmente von mehren Lachtern Durchmesser dem Granite eingesenkt. Im Einschnitte der Sächsisch-Schlesischen Eisenbahn bei Langebrück kommen nach Cotta ausser zahlreichen kleineren Fragmenten auch grosse, 10 bis 20 Fuss messende Schollen von Gneiss und Glimmerschiefer im Granite vor. Bei der Mohsdorfer Mühle im Chemnitzthale umschliesst der Granit eine Gneissmasse von mehren 100 Fuss Durchmesser; die Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie aber enthält am hinteren Fastenberge eine Schiefermasse von 3000 F., zwischen Oberblauenthal und Muldenhammer eine andere von 4000 F. Durchmesser, ja, bei Eibenstock selbst eine Schieferpartie von 16000 F. Länge, mit 4000 F. grösster Breite, und am Auersberge eine ähnliche Partie, welche fast eine Meile lang ist**). — Nach Charpentier kommen im Granite der Pyrenäen an mehren Orten, wie z. B. am Cabrioles, am Pic Quairat, am Port d'Oo, scharfkantige Fragmente eines sehr glimmerreichen Gneisses von hundert und mehr Cubiktoisen Volumen vor, und Boué sagt von den colossalen Schiefer- und Kalksteinfragmenten, welche derselbe Granit anderwärts umschliesst: *ce sont des veritables rochers quelquefois enormes et enchevetrés dans le granite, ou théoriquement parlant, ce sont des portions soulevées et dechirées bizarrement par les colonnes granitoides ignées*; (*Ann. des sc. nat.* 1824, *p.* 407.) — Am südlichen Ende des Luganer Sees bei Brinzio ist dem dortigen Granite nach Leopold v. Buch eine sehr ausgedehnte Glimmerschiefermasse wie eine Insel eingesenkt (*ibid. t.* 18, 1829, *p.* 264); und nach Russegger umschliesst der grobkörnige Granit des Sinai Einlagerungen von Chloritschiefer, welche bis zu 60 Fuss Mächtigkeit erlangen.

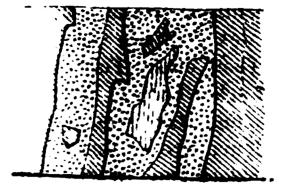
Die Bruchstücke finden sich von sehr verschiedenen Formen. Gewöhnlich sind sie unregelmässig-polyëdrisch und mehr oder weniger scharfkantig, bei schiefrigen Gesteinen oft platt, schollenförmig in der Richtung der Schieferung, bisweilen aber auch so abgesprengt, dass die Schiefe

*) Es war daher wohl etwas überraschend, als im Jahre 1845, in den *Comptes rendus de l'Académie des sciences t.* 21, *p.* 1222 die Erscheinung als etwas ganz Neues ausposaunt wurde.

**) Man verdankt die genauere Kenntniss dieser interessanten Schieferinseln den meisterhaften geognostischen Untersuchungen des Bergmeister Oehlschlägel. Ob jedoch die beiden zuletzt genannten Massen wirklich als losgesprengte Fragmente, und nicht richtiger als hervorragende Theile des Schiefergebirges zu betrachten sind, diess ist wohl noch nicht entschieden. Da die Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie weiter südlich den Schiefer in grosser Breite überlagert, so wäre es wohl möglich, dass bei Eibenstock dasselbe Verhältniss obwaltet; in welchem Falle das Hervortreten einzelner Schieferkämme recht wohl begreiflich sein würde.

rung die breiten Seitenflächen der Schollen durchschneidet. Die plattenförmigen Fragmente erscheinen nicht selten gebogen, oder auch am Rande gestaucht und aufgeblättert, mitunter theilweise zerspalten und aus einander getrieben, mit einem keilförmigen, von Granit erfülltem Zwischenraume. Abgerundete Fragmente, oder Geschiebe und Gerölle, kommen im Allgemeinen seltener vor, und pflegen nur klein, faust- bis kopfgross zu sein, während die grossen und sehr grossen Bruchstücke fast immer kantig und eckig sind.

Ein interessantes Beispiel von flach schollenförmigen, quer auf die Schieferung losgesprengten Fragmenten beobachtete Oehlschlägel auf dem Stollen der Eisensteingrube Fröhliche Zusammenkunft bei Breitenbrunn. Dort setzt durch den Glimmerschiefer ein 7 F. mächtiger Granitgang, welcher mit vielen und grossen derartigen Schieferfragmenten erfüllt ist, und dessen Querschnitt sich auf dem genannten Stollen so darstellte, wie es die beistehende Figur zeigt.



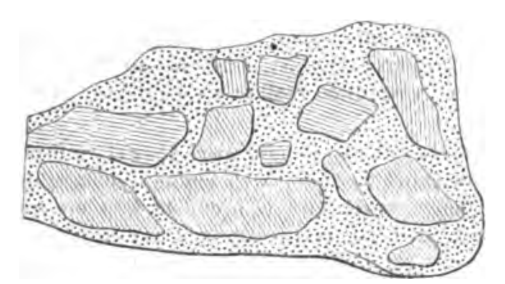
Die Frage, ob abgerundete, also geschiebe- und geröllartige Bruchstücke im Granite vorkommen, ist oft discutirt worden, weil einige Geologen dergleichen rundliche Massen für Concretionen erklärten, während andere die fragmentare Natur derselben behaupten zu können glaubten. Obwohl nun in manchen Fällen wirkliche Concretionen irrigerweise für Gerölle gehalten worden sein mögen, so sind dennoch in einigen Fällen ganz unzweifelhafte abgerundete Bruchstücke beobachtet worden. Rozet sah bei Tholy in den Vogesen viele Gneissfragmente, unter denen sich wirkliche abgerollte Geschiebe befinden; (*Bull. de la soc. géol. III*, 131). Virlet d'Aoust machte aufmerksam darauf, dass in dem Granite der Normandie, welcher die Trottoirs für Paris liefert, neben den scharfkantigen Fragmenten auch öfters Geschiebe von schiefrigen Gesteinen vorkommen, und entkräftete die von Durocher und Rivière dagegen vorgebrachten Zweifel durch die Angabe, dass er sogar Geschiebe von Quarzit und Lydit gesehen habe, welche doch keine Concretionen sein könnten; (*Bull. 2. série, III*, 94, 276 und IV, 144). ... berichtet, dass die bei Langebrück unweit Dresden im Granite enthaltenen Gneiss- und Glimmerschieferfragmente meistentheils geschiebeartig abgerundet und fast kugelförmig sind; (Neues Jahrbuch für Min. 1848, 130). Nach Callery ... der Granit an der Ostspitze der Halbinsel Macao runde, faustgrosse Gerölle (*cailloux roulés*) eines schwarzen, sehr feinkörnigen Gesteins umschliessen, und Dubois de Montpéreux erwähnt, dass der grobkörnige Granit der Ukraine bei Sos...ka, Zyvotof u. a. O. bald abgerundete, bald scharfkantige Fragmente eines anderen, feinkörnigen Granites enthält.

Dass Zippe einmal ein Quarzgeröll im Granite fand, diess ist bereits im ersten Bande S. 560 erwähnt worden. Paulus erzählt in seiner Orographie des Joachimsthaler Bergamtsdistrictes S. 40, dass er im Gebiete der Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie, zwischen Lindig und Marklesgrün, Granitblöcke gefunden habe, welche zum Theil abgerundete Quarzgeschiebe von der Grösse einer Haselnuss enthielten; löst man dieselben aus dem Gesteine heraus, so hinterlassen, sie vollkommene glattflächige Abdrücke.

Was das Vorkommen der Bruchstücke betrifft, so finden sie sich bald vereinzelt, bald zahlreich beisammen; ja zuweilen sind sie dermaassen gehäuft, dass sie sich gegenseitig fast berühren, und nur durch sehr ... Granitmasse von einander abgesondert werden. In solchen Fällen ent-

stehen förmliche Breccien und Conglomerate, deren Bindemittel von krystallinischem Granit gebildet wird. — Am häufigsten kommen sie in Granitgängen, sowie unmittelbar an der Gränze typhonischer Granitstöcke vor, während sie in der Mitte solcher Stöcke und in den Granitdecken zu den seltneren Erscheinungen gehören, daher man auch in manchen Granitregionen auf grosse Distanzen nicht eine Spur von ihnen vorfindet.

Eine ganz ausserordentliche Anhäufung von scharfkantigen Gneissfragmenten, welche, in dichtem Gedränge regellos durch einander gestürzt, im Granite suspendirt sind, sah ich in Norwegen am Einank, einem prächtigen Granitfelsen, welcher zwischen Homme und Hommelund, an der Gränze des dortigen Granites und Gneisses aufragt. Die beistehende Figur stellt einen Theil dieser Felswand dar. Man sieht scharfkantige Stücke eines schwärzlichen Gneisses von sehr verschiedener Grösse und Gestalt in einem hellfarbigen Granite dergestalt eingeschlossen, dass die Masse des letzteren die Stücke allseitig wie mit trennenden Scheidewänden umgiebt. Merkwürdig ist es, dass kurz oberhalb dieses Punctes der Granit aufhört, und Gneiss als die alleinige Gebirgsart eintritt, während



von Valle her bis an den Einank ein schöner grobkörniger Granit herrschend ist. Nach Daubrée umschliesst der Granit des Champ-du-Feu in den Vogesen vielorts und besonders in der Nähe des Schiefergebirges eine Menge theils eckiger, theils abgerundeter Schieferfragmente, von der Grösse einer Nuss bis zu dem Volume mehrer Cubikmeter; *Descr. géol. et minéral. du Dép. du Bas Rhin, p.* **28**. Aehnliche Erscheinungen zeigt der Granit von Balahulish und Glenco in Schottland, welcher oft zahllose Schieferfragmente von aller Grösse enthält; am Loch Rann… wo sich Quarzit, Glimmerschiefer und Gneiss an den Granit anlehnen, da ist … gleichfalls von Fragmenten dieser Gesteine erfüllt, welche mit ihm theils in… verwachsen, theils nur so locker verbunden sind, dass man sie herausschla… kann, wie einen Abguss aus seiner Form. Macculloch, in *Trans. of the geol.* … *vol. IV, p.* 117 ff.

Förmliche Reibungsbreccien, aus Granit- und Thonschieferfragmenten … Granitcäment bestehend, sah Hoffmann bei Reizenstein und Oberklingensporn … Fichtelgebirge, wo kleine aus dem Thonschiefer hervorragende Granitmassen … ihrer Gränze von solcher Breccie umgeben sind; (Uebersicht der orogr. u. geog… Verh. etc. S. 432). Ein Gegenstück hierzu erwähnt Boué aus dem Steinbruch der Serra de Pouzac in den Pyrenäen, wo eine grosse im Granit eingesenkte Glimmerschiefermasse von einer, aus Granit mit eingekneteten Schieferfragmenten bestehenden Schale, wie von einem Stockscheider, umgeben wird. Mit dem Namen Stockscheider bezeichnet der Bergmann in der Gegend von Geyer die m… grosskörnige, bisweilen aber auch feinkörnige Granitmasse, welche wie eine Sch… den mittelkörnigen Granit des dortigen Stockwerkes ringsum vom Glimmerschiefer absondert; die feinkörnigen Partieen dieses Stockscheiders erscheinen oft d… Bruchstücke des Nebengesteins als wunderschöne Breccien. Bei Reichenburg … Skutsch, im Chrudimer Kreise in Böhmen, werden die Granite von ausgezeichneten Breccien begleitet, welche aus Thonschieferbrocken und einer sehr feinkörn… granitischen Grundmasse bestehen; Reuss, Kurze Uebers. der geogn. Verhältn. Böhmens, 1854, S. 33.

Die von Charpentier unter dem Namen *granites brechiformes* beschriebenen Gesteine sind nach Alluaud wirkliche breccienartige Granite; sie bestehen nämlich aus einem grobkörnigen glimmerarmen Granite, in welchem zahlreiche, eckige und abgerundete Stücke eines sehr feinkörnigen, theils glimmerreichen, theils hornblendhaltigen Granites eingeschlossen sind; diese Gesteine finden sich in den Pyrenäen ziemlich häufig, besonders ansgezeichnet aber im Thale de Cauterets; *Bull. de la soc. géol. 2. série, I, p.* 385). Hierher gehören wohl auch die conglomeratartigen Granite der Ukraine, deren Dubois gedenkt, und die ähnlichen Gesteine, welche Lloyd aus Irland beschreibt, wo an der Kingstowner Eisenbahn unweit des Dorfes Blackrock der Granit als ein mehr oder weniger grossstückiges Conglomerat mit granitischem Bindemittel und von grosser Festigkeit ausgebildet ist; auch bei Seapoint und bis nach Old-Dunbary sieht man Granit mit eingeschlossenen grossen Blöcken einer anderen Granit-Varietät; (Neues Jahrb. für Min. 1837, 689). Vielleicht sind die von Erman in den Gegenden des Baikalsee beobachteten Erscheinungen ebenfalls hierher zu rechnen; oberhalb Irkuzk, am Austritte der Angara und von dort aus 9 Meilen weit am Ufer des Sees steht eine merkwürdige Granitbildung in hohen senkrechten Wänden an; ein Conglomerat, aus ungeheuren Blöcken und kleineren Fragmenten von Granit nebst Porphyr- und Quarzgeröllen bestehend, in einem harten Cämente, welches mit den Bestandtheilen des Granites bis in das Feinste durchdrungen und oft völlig krystallinisch ist. Südlich vom Baikal, an der Selenga, sind »einzelne Bänke desselben Conglomerates dem Granite eingelagert, der dadurch ein geschichtetes Ansehen erhält.« Archiv für wissensch. Kunde Russlands, III, 1843, 154.) Zwar nicht anstehend, aber doch in Blöcken deutlich ausgebildet fand G. Leonhard granitische Breccien bei Schlierbach; scharfkantige Bruchstücke eines feinkörnigen Granites in granitischer Grundmasse; (Skizze des Grossh. Baden, 1846, 13).

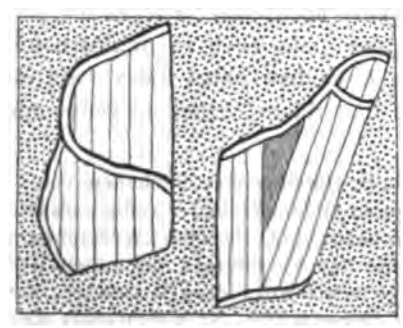
In der **Lage** der Fragmente gegen einander und gegen die anstehenden Massen desjenigen Gesteins, von welchem sie abstammen, pflegt sich gewöhnlich gar keine Regelmässigkeit zu offenbaren. Meist liegen sie **regellos durch einander**, so dass die Parallelstructur selbst in den benachbarten Fragmenten nach ganz verschiedenen Richtungen gewendet ist, wie es die beiden vorstehenden Holzschnitte zeigen. Diess ist wohl auch ganz natürlich, wenn man bedenkt, dass die losgesprengten Stücke von einer zähflüssigen, beweglichen Masse umschlossen waren, durch deren Bewegungen sie nicht nur von einander gerückt und in die verschiedensten Lagen gebracht, sondern auch mehr oder weniger weit fortgeschleppt werden mussten. Indessen kommt es auch bisweilen vor, dass die abgesprengten Fragmente noch einen auffallenden **Parallelismus** ihrer Structurflächen zu einander, oder auch zu den Structurflächen des anstehenden Gesteins besitzen. Besonders pflegt diess dann der Fall zu sein, wenn die Fragmente als flache und dünne, schollenförmige oder keilförmige Massen ausgebildet sind.

So sah Hitchcock bei Chesterfield eine Menge Glimmerschieferschollen von $^1/_2$ bis 6 Zoll Dicke, welche in einer, dem äusseren Glimmerschiefer völlig parallelen Lage vom Granite umschlossen sind. Darwin beobachtete dieselbe Erscheinung an den schmalen Schieferfragmenten im Granite des Vorgebirges der guten Hoffnung. Dass übrigens diese regelmässige Lage keineswegs dazu berechtigt, dergleichen Fragmente für etwas Anderes, und insbesondere für gleichzeitige Concretionsbildungen zu erklären, diess ist bereits im ersten Bande S. 919 bemerkt worden. Auch findet sich die Erscheinung mitunter bei unregelmässig

polyëdrischen Fragmenten, wie denn z. B. nach Charpentier die oben erwähnten colossalen Gneissfragmente in dem Granite der Pyrenäen gewöhnlich durchaus nicht wild durch einander gestürzt, sondern so gelagert sein sollen, dass ihre Structurflächen einander parallel sind; (*la direction et l'inclination des feuillets sont les mêmes dans toutes ces parties isolées. Essai etc. p.* 141).

Die Verbindung dieser Fragmente mit dem sie einschliessenden Granite ist gewöhnlich ausserordentlich fest, so lange sich nämlich beide Gesteine noch im frischen und unzersetzten Zustande befinden. Die Bruchstücke sind in ihren Rändern mit dem Granite verwachsen, ja oftmals so innig verschmolzen und verflösst, dass ihre Contoure nicht sonderlich scharf hervortreten, und dass sie im frischen Bruche fast nur wie Flecke erscheinen, welche sich durch ihre dunkle Farbe, ihren Reichthum an Glimmer und ihre schiefrige Structur von dem Granite unterscheiden; weshalb sie auch leicht für Concretionen gehalten werden können. Bisweilen zeigen sie die Merkwürdigkeit, dass der sie unmittelbar berührende Granit eine, von dem weiterhin folgenden Gesteine sehr abweichende Beschaffenheit besitzt, wodurch ihre Begränzung recht auffallend wird; es pflegt dann meist ein weit grobkörnigerer Granit zu sein, welcher die Blöcke ringsum oder stellenweise umsäumt. Selten findet zwischen den Fragmenten und dem Granite eine förmliche Ablosung (*une solution de continuité*) Statt, wie solches nach Rozet bei Tholy in den Vogesen bisweilen vorkommen soll.

Die so eben erwähnte Erscheinung, dass die Fragmente zuweilen von einem sehr grobkörnigen Granite eingefasst werden, beweist offenbar, dass sie auf die Krystallisation des erstarrenden Granites einen Einfluss ausgeübt haben müssen. Sie kommt an den grösseren Glimmerschieferblöcken im Granite der Greifensteine vor, welche mitunter auf der einen Seite durch ein grosskörniges Aggregat von Feldspath und Quarz vom gewöhnlichen Granite abgesondert werden. Dort wurde sie zuerst von Mohs beobachtet und sehr sinnreich mit dem Stockscheider des Geyerschen Stockwerkgranites verglichen; (v. Molls Annalen, Bd. III, S. 340). Eine ähnliche frühere Beobachtung rührt von Freiesleben her, welcher bei Ehrenberg Granitblöcke mit eingeschlossenen Granulitfragmenten sah, um welche der sonst feinkörnige Granit ein weit gröberes Korn besass; (v. Molls Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde, IV, 84). Bonnard giebt sogar an, dass die Fragmente der Greifensteine von einer dünnen Qarzzone umgeben seien.



Im Justethale in Norwegen beobachtete ich ein interessantes Seitenstück zu dem Greifensteiner Vorkommen. Vom Gehöft Hornberg aufwärts steht dort ein mehr kleinkörniger Granit an, welcher westlich eine grosse Menge regellos gestalteter, fragmentähnlicher Gneisspartieen umschliesst. Diese Gneissklötze, deren Structurflächen meist ziemlich genau dieselbe Richtung behaupten, werden sehr häufig von einem grosskörnigen Gemeng aus weissem Feldspath und graulichweissem Quarz eingefasst, welches auch vielfach sie selbst und den Granit in mehr oder weniger mächtigen Trümern durchzieht. Die vorstehende Figur giebt das Bild zweier sol-

cher Gneiss-Einschlüsse mit dem sie theilweise einfassenden und durchsetzenden Gesteine.

Hinsichtlich ihrer Gesteinsbeschaffenheit zeigen die Fragmente ein sehr verschiedenes Verhalten. Bisweilen erscheinen sie, selbst bei kleineren Dimensionen, so unverändert, wie dasjenige äussere Gestein, von welchem sie abstammen; oft aber sind sie mehr oder weniger umgewandelt oder umkrystallisirt, so dass z. B. der Thonschiefer zu Glimmerschiefer, und dieser zu gneissähnlichem Gesteine geworden ist, während es in anderen Fällen schwierig ist, diese umgewandelten Einschlüsse auf irgend eine bestimmte von den gewöhnlichen Gesteinsarten zu beziehen. Wo grosse und kleine Fragmente durch einander vorkommen, da zeigen sich oft die ersteren ziemlich unverändert, während die letzteren stark umgewandelt sind; doch haben auch colossale Fragmente mitunter durchaus eine auffallende Metamorphose erlitten.

Die im Granite der Greifensteine eingeschlossenen Fragmente sind zoll- bis klaftergross und darüber, die grösseren haben eine mit dem benachbarten Glimmerschiefer fast ganz übereinstimmende Beschaffenheit, wärend die kleineren Fragmente mehr gneissartig erscheinen.

Was endlich die Lagerungsweise der bisher betrachteten Fragmente betrifft, so entspricht solche in der Regel der abgeschlossenen Lagerung, d. h. die Fragmente sind ringsum vom Granite umschlossen. Von den kleineren und mittelgrossen Bruchstücken gilt diess in allen Fällen, weshalb solche auch erst durch natürliche oder künstliche Entblösungen sichtbar geworden sind. Die sehr grossen Bruchstücke aber, welche hunderte und tausende von Fussen im Durchmesser haben, erscheinen auch bisweilen dem Granite nur oberflächlich aufgesetzt oder doch nur theilweise eingesenkt, so dass sie nach oben gleichsam als Inseln aus dem Granitlande hervorragen.

Diess ist z. B. der Fall mit den oben erwähnten grossen Schieferinseln der Gegend von Eibenstock, deren eine im Gipfel des Auersberges den höchsten Punct des ganzen dortigen Gebirges bildet. Aehnliche Verhältnisse zeigen nach Hoffmann und Hausmann am Harze die aus Hornfels bestehende Achtermannshöhe und die Kieselschieferkuppe des Wormberges, welche wie grosse, losgesprengte Schollen der Uebergangsformation dem Granite aufliegen. Eben so berichtet Weawer, dass der Lugnaquilla, der höchste Berg der ganzen von Dublin nach Waterford laufenden Granitkette auf seinem Gipfel eine Mütze von Glimmerschiefer (*a cap of mica slate*) trägt, welche eine Art Plattform bildet, und von aufsteigenden Granitgängen durchflochten ist. Die centrale Granitmasse der Cevennen trägt, nordöstlich von Génolhac, am Roc-Malpertus eine grosse Scholle des Schiefergebirges, welche drei merkwürdige Kuppen bildet, deren höchste 1621 Meter aufragt. Nach Forbes liegt in der Whitsand-Bay unweit Landsend eine isolirte Partie schieferigen Gesteins auf dem Granite, welcher sie nach allen Richtungen in Gängen und Adern durchzieht. Man war sonst der Ansicht, dass das auf Granit ruhende Sandsteinplateau des Tafelberges am Cap gleichfalls ein grosses, vom Granite aufwärts gedrängtes Gebirgsstück sei; es hat jedoch Darwin gezeigt, dass dieser Sandstein erst später auf dem Granite abgelagert worden ist.

Ausser den Fragmenten von Silicatgesteinen haben wir aber auch noch die im Granite vorkommenden Einschlüsse von grösseren Kalksteinmassen in

Betrachtung zu ziehen. Sie gehören zu den seltenen, aber äusserst interessanten Vorkommnissen, und erscheinen theils als unregelmässige klotz- und stockförmige Massen, theils als ziemlich regelmässige Parallelmassen von höchst krystallinischem körnigem Kalkstein, in welchem letzteren Falle sie gewöhnlich als Gänge oder Lager aufgeführt und wohl als Belege für die eruptive Entstehung der betreffenden Kalksteine betrachtet worden sind. Sollte die fernere Untersuchung dieser sogenannten Kalksteingänge in ihren geotektonischen Verhältnissen entschiedene Beweise ihrer eruptiven Natur erkennen lassen, so würde man sich freilich zur Annahme eruptiver Kalksteine entschliessen müssen; (S. 88). Einstweilen aber glauben wir, sie noch als losgesprengte, in den Granit eingeknätete und metamorphosirte Fragmente von Kalkstein-Ablagerungen betrachten zu dürfen, welche von dem granitischen Materiale bei seiner Eruption durchbrochen worden sind.

Charpentier hob schon in seinem vortrefflichen Werke über die Pyrenäen das Vorkommen von Kalklagern als eine der merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten der Pyrenäischen Granite hervor. Man kennt sie dort an mehren Orten, wie z. B. am Port d'Oo, im Thale von Cinca, im Thale von Barèges, und in den Bergen des ehemaligen Labourd; indessen scheinen sie doch mehr an der Gränze, als wirklich innerhalb des Granites aufzutreten, und die neueren Untersuchungen haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass die meisten derselben als solche secundäre Kalksteine zu betrachten sind, welche durch den Einfluss des Granites metamorphosirt wurden.

Höchst merkwürdige Thatsachen sind es, welche aus dem Staate New-York über das Vorkommen von Kalkstein in Granit durch Emmons berichtet wurden, Thatsachen, welche dem Berichterstatter die Ueberzeugung aufdrängten, dass diese Kalksteine eruptive und pyrogene Gebilde seien. Er theilt zur Veranschaulichung der geotektonischen Verhältnisse dieser Kalksteingebilde eine Reihe von Bildern mit, welche uns allerdings ganz ausserordentliche Erscheinungen vorführen. Da sieht man theils kleine, ganz unregelmässig contourirte, ringsum von Granit umschlossene Kalksteinstöcke, theils keilförmige Apophysen, mit welchen der unter dem Syenite oder Granite anstehende Kalkstein in das überliegende Gestein eindringt, wie bei Halesborough und Lyndhurst, theils einfache parallele und regelmässige, oder auch verzweigte, gewundene und unregelmässige Kalksteingänge, wie bei Gouverneur, endlich auch Kalksteinlager, welche scharfkantige Bruchstücke verschiedener primitiver Gesteine umschliessen. Im Contacte sind der Granit und der Kalkstein meist scharf getrennt, bisweilen aber sehr innig mit einander gemengt und verflösst. Alle diese Erscheinungen, sowie das beständige Vorkommen von Graphit im Kalksteine betrachtet Emmons als Beweise seiner eruptiven und pyrogenen Entstehung, zu deren Bekräftigung er noch die interessante Beobachtung mittheilt, dass in Rossie ein im Gneisse aufsetzender Kalksteingang die mit ihm in Berührung gekommenen Quarzkrystalle abgerundet und theilweise abgeschmolzen habe. Wenn die Granitadern als ein Beweis der eruptiven und intrusiven Natur des Granites gelten, so sei diess auch von den Kalksteinadern anzunehmen. *An inference, which is legitimate in one instance must be so in another, where the facts are the same; and if geologists are right in maintaining the igneous origin of granite, i do not see, how they can refuse to admit limestone a member of the igneous family.* (*Report on the geol. Survey of the State of New-York, I,* 1838, *p.* 198 ff.)

Emilien Dumas interpretirt eben so die Kalkstein-Vorkommnisse im Granite de

Cevennen, welche er als Gänge von eruptivem Kalkstein beschreibt. Ihr Gestein ist schön weiss und krystallinisch körnig, und bildet fast verticale Parallelmassen von 2 bis 10 Meter Mächtigkeit, dergleichen etwa fünf in der Gegend von le Vigan, und eine bei Cabrillac vorkommen. Dieser letztere Gang, welcher sich auf zwei Kilometer weit erstreckt, hält Quarz, Blende, Bleiglanz und Bleicarbonat, lässt unweit Cabrillac eine regelmässige Schichtung erkennen, und wird aufwärts vom Granite abgeschnitten, weshalb an eine Bildung von oben nach unten nicht zu denken ist; (*Bull. de la soc. géol. 2. série, III,* 1846, 573).

Wenn schon diese angeblichen Gänge wohl richtiger als grosse Fragmente eines Kalksteinlagers zu betrachten sein dürften, so gilt diess noch weit mehr von jenen sogenannten Kalksteingängen, welche Clarke am Wollondilly in Argyle-County in Neu-Südwales beobachtete. Dort setzt im grobkörnigen Syenitgranit ein 47 yards mächtiger und 50° in SW. fallender Gang auf, welcher aus abwechselnden Lagen von Quarzit und von Marmor besteht; nachdem er bis in das Flussbett herabgestiegen ist, biegt er sich rasch aufwärts, und steigt wiederum als ein zweiter Gang in den Granit hinein. Clarke erwähnt noch ein paar andere Fälle der Art, welche aber eben so wenig überzeugend sind; denn jenes 140 Fuss mächtige System von Quarzit- und Marmorschichten kann offenbar nur als das colossale Fragment eines vom Granite durchbrochenen geschichteten Gebirgsgliedes gedeutet werden; (*Quarterly Journ. of the géol. soc. I,* 1845, *p.* 342).

§. 304. *Zersetzung, Berg- und Felsformen des Granites.*

Der Granit erleidet im Laufe der Zeiten besonders zwei Arten der Zerstörung; die eine erscheint fast nur als eine Auflockerung des Zusammenhanges seiner Bestandtheile, wodurch Granitgrus und Granitsand gebildet wird, dessen Feldspathkörner noch oft ein sehr frisches und unzersetztes Ansehen besitzen. Die andere Art der Zerstörung beruht auf einer vollständigen chemischen Zersetzung der feldspathigen Bestandtheile zu Kaolin und Thon*).

Die erste Art der Zerstörung, welche als eine blose Zerwitterung des Granites erscheint, kommt ausserordentlich häufig vor, und ist zumal in alten Steinbrüchen und Hohlwegen, in Schrunden und Schluchten, sowie an entblössten Felswänden und freistehenden Felsen zu beobachten. Gewöhnlich ergreift sie das Gestein nicht gleichmässig in seiner ganzen Ausdehnung, sondern vorzugsweise an einzelnen Stellen und Streifen, indem gar häufig leichter und schwerer zerstörbare Gesteinspartieen durch einander vorkommen, welche sich im frischen Zustande durch kein besonderes Merkmal unterscheiden. Daher dringt denn diese Zerstörung oft nur einige Linien oder Zoll, oft aber auch mehre Lachter weit ein; ja, in der Nähe mancher Erzgänge (wie z. B. der Eisenerzgänge des oberen Erzgebirges) ist sie bisweilen bis auf 10 Lachter weit zu verfolgen. Sie beginnt zunächst an der Oberfläche und an den Wänden aller Klüfte, von wo aus sie einwärts fortschreitet, und dann die im ersten Bande S. 723 geschilderte schalige Exfoliation hervorbringt.

*) Ueber diese zweifache Zersetzung der Granite zu *arène* und zu *kaolin* gab Delesse, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol. X, p.* 256 ff. sehr interessante Mittheilungen; eben so Kutorga über die merkwürdige Zerwitterung des Rappakiwi von Wiborg, in Geogn. Beobb. im südl. Finland, 1851, S. 114 ff.

Die Formen und Producte dieser Exfoliation werden wesentlich durch die Zerklüftungs- und Absonderungsformen des Gesteins bedingt, welche auch gewöhnlich durch sie erst recht sichtbar gemacht werden. Sind es horizontale Bänke, so werden solche zu matrazen- und wollsackähnlichen Gestalten abgerundet; sind es Pfeiler oder Quadern, so entstehen säulenförmige oder sphäroidische Formen; sind es unregelmässig polyëdrische Absonderungsstücke, so löst sich das Gestein von dem netzartig hindurchsetzenden Kluftsysteme aus zu kleineren und grösseren Sphäroiden und rundlichen Blöcken auf, welche, wie überhaupt alle diese Formen, durch krummflächige grusige Schalen von einander abgesondert werden, deren Zusammenhang so gering ist, dass sie unter dem Hammer zerbröckeln. Endlich zerfällt das Gestein grösstentheils zu Grus und Sand, aus welchen die noch unzersetzten festeren Theile mit rundlichen Formen hervorragen.

Der so gebildete Granitgrus und Granitsand ist es, den die Bewohner des Harzes Haidesand, die Bewohner Centralfrankreichs *arène* nennen, so wie auch diese sandartige Zerwitterung des Granites den Namen Sandgänge veranlasst haben mag, mit welchem die Granitgänge des oberen Erzgebirges vom dasigen Bergmanne belegt werden. In den Bergen der Bourgogne, des Limousin und Perigord bildet dieser Granitsand oft sehr mächtige oberflächliche Ablagerungen und liefert ein treffliches Material zu hydraulischem Mörtel. Wenn dergleichen Grus oder Sand durch ein infiltrirtes Cäment verkittet worden und zu einiger Consistenz gelangt ist, so bildet er den sogenannten regenerirten Granit.

Die ganze Erscheinung verweist uns übrigens darauf, dass auch in einem völlig homogen erscheinenden Granite gewisse latente Differenzen bestehen müssen, welche um einzelne Centra, Axen oder Flächen vertheilt sind, und für die um diese Centra und Axen liegenden Kerne einen geringeren Grad der Verwitterlichkeit bedingen, als für ihre Umgebung. Besteht eine, von zwei steilen Parallelklüften eingeschlossene Granitmasse aus einer leichter verwitternden Varietät, als der zu beiden Seiten anstehende Granit, so kann sie in Folge der Verwitterung täuschend das Ansehen eines Ganges erhalten, ohne doch ein solcher zu sein.

Eine nothwendige Folge dieser Zerwitterung ist es, dass die Gipfel der meisten Granitberge mit grossen, mehr oder weniger abgerundeten Granitblöcken bedeckt sind, welche, oft zu Tausenden regellos über einander gestürzt, ein Haufwerk von Felstrümmern bilden, dessen Grossartigkeit und wilde Unordnung bisweilen einen erstaunlichen und fast erschreckenden Eindruck macht. Das sind die sogenannten Felsenmeere, Felsenlabyrinthe oder Teufelsmühlen, wie sie fast aus allen Granitgebirgen bekannt sind.

Indessen scheint es, dass hier zweierlei Erscheinungen zu unterscheiden sind; einmal die Ablagerungen von mehr oder weniger abgerundeten, meist kleineren und dicht über einander liegenden Blöcken, wie sie z. B. auf mehren Granitgipfeln des Riesengebirges vorkommen; und dann jene Ablagerungen von mehr oder weniger scharfkantigen, meist colossalen und regellos über einander gestürzten Blöcken, wie man sie z. B. an der Luisenburg bei Wunsiedel beobachtet. Beide dürften wohl auch auf verschiedene Weise zu erklären sein. Nur die ersteren sind wohl als blose Producte der Verwitterung zu betrachten. Das in der sphäroidischen Absonderung mancher Granite so deutlich ausgesprochene Verhältniss einer Zusammensetzung des ganzen Gesteins aus festeren, minder zerstörbaren Kernen innerhalb einer weicheren, leichter zersetzbaren Umhüllung, mag auch sehr häufig als ein im

frischen Gesteine latentes Structur-Verhältniss vorhanden sein. Ausserdem waren ja auch durch die so häufige parallelepipedische oder regellos polyëdrische Zerklüftung der Verwitterung tausend Wege geöffnet. Indem nun die durch Feuchtigkeit und Temperaturwechsel zu Grus und Sand zerwitterten Theile im Laufe der Jahrtausende durch Regen und fliessendes Wasser fortgeschwemmt wurden, so mussten sich die festeren noch unzerstörten Massen, ihrer Zwischenmittel beraubt, senken und unmittelbar auf einander setzen, wodurch die Ablagerungen von rundlichen, dicht über einander liegenden Blöcken entstanden.

Die aus colossalen und mehr eckigen, oft auch parallelepipedischen oder plattenförmigen Blöcken bestehenden Felsenlabyrinthe dürften dagegen ursprünglich durch eine gewaltsame Zertrümmerung gebildet worden sein, obgleich auch bei ihnen später Verwitterung und Erosion gewirkt haben müssen. Die Dimensionen und Formen dieser Blöcke, sowie ihre sehr verschiedene und mitunter höchst verwegene Stellung, bei welcher sie nicht selten grotten- oder thorähnliche Zwischenräume offen lassen, gestatten wohl kaum eine andere Erklärung. Bisweilen sieht man diese gigantischen Blöcke in einer solchen Lage hingestürzt, dass man kaum begreift, wie ihr Schwerpunct noch unterstützt sein kann, und jeden Augenblick ihren Umsturz befürchten möchte. Ja, hier und da kommen sogar Wackelsteine oder Schaukelsteine (*rocking-stones, rocs-branlants*) vor, welche auf ihrer Unterlage wie auf einem Hypomochlion dergestalt aufruhen, dass sie durch das Gewicht eines Menschen oder auch durch den Ruck eines starken Armes in schwankende Bewegung versetzt werden können.

Solche Felsenmeere beschrieb Freiesleben vom Rehberge am Harze; sie finden sich an vielen Orten des Brockengebirges, und bilden durch ihre Gruppirung oft sehr auffallende Gestalten, wie z. B. den Hexenaltar, die Hexenkanzel, u. s. w.*) L. v. Buch gedenkt ihrer vom Riesengebirge, auf dessen Kamme ungeheuere Anhäufungen von gerundeten Granitblöcken liegen, zwischen denen bisweilen Höhlen und unterirdische Gänge hinlaufen, während Thürme und Pyramiden dazwischen herausragen; die grosse Sturmhaube ist völlig mit solchen Blöcken bedeckt und daher sehr mühsam zu ersteigen, und zwischen den Elbquellen und den Schneegruben sieht man weite Flächen mit ihnen besäet, wahre Felder von Granitblöcken. »Diese sonderbaren Felder, ein Bild der Verwüstung, sind eindringende Beweise der schnell erfolgenden Abnahme dieses Gebirges. Wie viel höher mussten die Kuppen und Berge nicht sein, welche diese Millionen Blöcke noch im cohärirenden festen Zustande enthielten!« (Geogn. Beobb. auf Reisen durch Deutschland und Italien, I, 18 f.) — Martins beschreibt aus dem Thale des Escaltas, unweit Puycerda in den Pyrenäen, an Ort und Stelle gebildete Ablagerungen von Granitblöcken, welche eine täuschende Aehnlichkeit mit Moränen haben. — Längst bekannt und oft beschrieben sind die ähnlichen Erscheinungen im Fichtelgebirge, wo namentlich das bei dem Alexandersbade liegende höchst imposante

*) Schröder wollte sogar den Namen des Brockens vom Einsturze seines Gipfels ableiten; »er ist gebrochen, in der Landessprache brocken, und so ist denn die Hauptgeschichte des Berges in seinem Namen der Nachwelt hinterlassen worden.« Eine andere Etymologie gab Leibniz in seiner Protogaea, §. VII: *Accolae Bructerum vocant, vulgo Brocken; Brok enim Saxonibus terra est humida et in paludem vergens; quale solum hujus montis.*

Felsenmeer der Luisenburg (sonst Luxburg) die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat. Ganz ungeheuere Granitmassen, sagt Nöggerath, manchfaltig geformt, meist an den Ecken und Kanten stark abgerundet, daher oft Wollsäcken ähnlich, sind bald in grosser Zahl auf einander gethürmt, bald wild unter einander geworfen, oft in den gefährlichsten Stellungen, das Uebergewicht ihres Schwerpunctes androhend, unter den verschiedensten Winkeln an einander gelehnt, und bilden so steile Wände, aufgethürmte Zusammenhäufungen, enge Schluchten, kühle Grotten, dunkle Gänge und eingeschlossene Räume; (Ausflug nach Böhmen, 1838, S. 59). Und so sind dergleichen Blockablagerungen eine in den meisten Granitgebirgen bekannte Erscheinung. Sogar in dem Naundorfer Granitdistricte bei Freiberg ist fast jede Kuppe mit einer kleinen Blockablagerung gekrönt.

Die Erklärung dieser granitischen Felsenmeere ist auf verschiedene Weise versucht worden. Zuerst dachte man an Strömungen und Fluthen. De Luc nahm Erdbeben und vulcanische Explosionen zu Hilfe, durch welche die Granitberge zersprengt worden seien. Bisweilen sind sie auch für erratische Blöcke gehalten worden, wie z. B. noch von Callery die z. Th. kugelrunden, 15—30 F. grossen Granitblöcke, welche den Granitbergen der Halbinsel Macao in ungeheurer Menge aufgestürzt sind. Beroldingen, welcher sich ausführlich mit diesen Blöcken beschäftigte, erklärte sie als ein mittelbares Product der Zersetzung des Gesteins, so wie es oben geschehen ist*). Dieser Ansicht schlossen sich Freiesleben, Keferstein, v. Göthe, Nöggerath und früher Leopold v. Buch (a. a. O. S. 19) an, wie sie denn auch von vielen anderen Geologen für richtig erkannt wird. In der Folge hat jedoch v. Buch die Erscheinung mit der Erhebung oder auch mit der Eruption der Granite in einen ursachlichen Zusammenhang zu bringen gesucht, indem er erst die Vermuthung aufstellte, »dass sich diese Blöcke bei der Erhebung des Granites durch Reibung der Ränder von der festen Masse losgetrennt haben« (Leonh. Min. Taschenb. 1824, 496), später aber sie für Resultate der Zerberstung, »für eine Folge der Zusammenziehung, daher Zertheilung der erkaltenden Oberfläche« der Granitkuppeln erklärte; (Poggend. Ann. Bd. 58, 289 f.). Dagegen scheinen sich Castel, v. Leonhard (Lehrb. der Geogn. 2. Aufl. 633) und in gewisser Hinsicht auch Fromherz und Cotta mehr zu der Ansicht von De Luc zu neigen. Cotta hebt es hervor, dass alle Blöcke der Luisenburg noch kantig und eckig sind. eine plattenförmige Gestalt besitzen, und stellenweise reihenförmig nach einer Richtung liegen, was wohl nur durch Erdbeben zu erklären sein dürfte; (Neues Jahrb. für Min. 1843, 174). Auch Heim erklärte das Felsenmeer am Gebirgssteine (oder Gerbersteine) im Thüringer Walde für das Resultat einer durch plutonische Kräfte bewirkten Zerrüttung; (Thür. Wald, II, 1, 39).

Die Kaolinisirung der Granite, von welcher bereits im ersten Bande S. 726 f. die Rede gewesen ist, kommt zwar in sehr vielen Granitregionen vor, doch scheint es, dass nur gewisse Granitvarietäten dieser eigenthümlichen Zersetzung unterworfen sind.

So ist z. B. die Kaolinlagerstätte am Lumbache bei Aue in Sachsen nichts Anderes, als eine Schale sehr grosskörnigen Granites, welche eine, unter dem Glim-

*) Auch Jokély erklärt die Block-Anhäufungen theils durch allmälige Abwitterung der Zerklüftungs-Polyëder, theils durch die verschiedene Verwitterlichkeit kleiner stockartiger Concretionen und der sie umgebenden Gesteinsmasse. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt VI, 1855, 376 f. Ernst v. Otto bemerkt, dass wohl auch die Vegetation, durch das Eindringen der Wurzeln und durch die allmälige Vergrösserung derselben auf die Auseinandertreibung des Gesteins und somit auf die Blockbildung gewirkt haben könne. Allg. deutsche naturhist. Zeitung, B. II, 1856, S. 228.

merschiefer untergreifend gelagerte Kuppe von kleinkörnigem Granit nach Art eines Stockscheiders (S. 206) umgiebt, und dessen Feldspath sich in einem mehr oder weniger aufgelösten Zustande befindet; man kann die, zum Theil fussgrossen Feldspathmassen durch alle Stadien der Zerstörung verfolgen und in allen Abstufungen des Zustandes, vom noch spaltbaren Individuo bis zur feinsten, erdigen Kaolinmasse beobachten. — Auch in Cornwall ist es nach Boase der von ihm so genannte **Protogin**, d. h. ein aus Feldspath, Quarz und Talk bestehender Granit, welcher die bedeutenden Kaolinbildungen von St. Stephens und St. Austell bedingt, weshalb auch Boase vermuthet, dass sich der Feldspath dieses Granites eben so von dem Feldspathe der übrigen dortigen Granite unterscheiden möge, wie sich sein Talk vom Glimmer unterscheidet. Der kaolinbildende Granit wird von anderem, festem Granite eingeschlossen, von schörlführenden Quarzgängen durchsetzt, und lässt es in den Steinbrüchen, welche zur Gewinnung des *china-stone* (oder halb zersetzten Feldspathes) angelegt worden sind, deutlich beobachten, wie dieser allmälig in *chinaclay* oder Porzellanthon übergeht. Nach De la Beche erreicht die jährliche Production von Kaolin und Feldspath in Cornwall und Devonshire einen Werth von 43,000 Pfund Sterling.

Auch das bekannte Kaolin-Vorkommen von St. Yrieix, bei Limoges in Frankreich, ist auf eine ganz **besondere** Granitvarietät zu beziehen, welche unter sehr merkwürdigen Verhältnissen auftritt, die von Al. Brongniart ausführlich beschrieben worden sind. Der dasige Gneiss umschliesst nämlich eine Ablagerung von Dioritschiefer, innerhalb welcher regellose Gänge und Stöcke eines fast nur aus Feldspath und Quarz bestehenden Granites aufsetzen, durch dessen Zersetzung der Kaolin gebildet wird. Ueberhaupt glaubt Brongniart, dass es die **Pegmatite** sind, welche unter allen Graniten den vorzüglichsten Kaolin liefern; (*Archives du Museum d'hist. nat. I*, 1839, 235).

Beachtenswerth, und auch von Brongniart hervorgehoben, ist die Einwirkung der **Eisenerzgänge** auf die Kaolinbildung, indem nicht selten der Granit zu beiden Seiten solcher Gänge mehr oder weniger weit kaolinisirt erscheint; was sich auch in Sachsen bei der Lagerstätte von Aue, die von zwei dergleichen Gängen berührt wird, und an einem Gange bei Sosa auf eine höchst merkwürdige Weise bestätigt. Tritt viel Wasser zu dem so zerstörten Gesteine, so entsteht, was der Sächsische Bergmann eine **Guhr** nennt, d. h. eine breiartige Masse, oft so flüssig wie Bierhefen.

Die **Reliefformen** der Granit-Ablagerungen stehen in einem genauen [illegible]sammenhange mit den so eben betrachteten Zersetzungs-Verhältnissen des [illegible]steins; namentlich gilt diess von den **Detailformen**, wie solche in Fels-[illegible]den, Kuppen und einzeln aufragenden Felsen zur Ausbildung gelangt sind. [illegible]e **allgemeine** Form der ausgedehnteren Granitregionen ist meist die eines [illegible]gigen oder hügeligen Landes, mit ziemlich sanft gewölbten Kuppen und [illegible]r oder weniger tief eingeschnittenen Thälern. Die Gipfel aller Berge und [illegible]el pflegen mit Felsblöcken bedeckt zu sein, während das Land auch aus[illegible]rdem oft steinig und sandig, oder mit Torfmooren bedeckt ist. Allein mit[illegible] in solchen Granitregionen ragen hier und da, bald isolirt bald gruppirt, [illegible]ne **Felsen** auf, welche die wunderbarsten und abenteuerlichsten Formen [illegible]n; so wie auch in den Thälern oder an den Meeresküsten schroffe, senk[illegible]te Felswände und seltsame Erosionsformen, als Canäle, Hohlkehlen, Ni[illegible]hen, Riesentöpfe u. s. w. vorkommen. — Uebrigens giebt es manche hö[illegible]re Granitgebirge, welche mit schroffen zackigen Gipfeln, mit spitz pyra-

midalen und nadelförmigen Felshörnern gen Himmel ragen, und eine Scenerie entfalten, wie man sie in den meisten Granitregionen vergeblich suchen würde.

So bildet nach Charpentier der Granit in den Pyrenäen nicht nur sanft gewölbte, mit Blöcken übersäete Berge, sondern auch Felshörner und wahre Aiguillen. Ganz besonders ausgezeichnet durch seine zackigen Felshörner ist der Granit des Sinaigebirges in Arabien; Russegger hat ein kleines Contourbild von dieser merkwürdigen Gebirgskette mitgetheilt, dessen eine Hälfte die beistehende Figur wiedergiebt, aus welcher jene höchst auffallende Gestaltung hinreichend ersichtlich ist. Wellsted sagt, der Sinai bilde scharfe, isolirte, conische, durch schroffe Schluchten und Spalten getrennte Piks; Alles sei öde kein Dorf, kein Schloss belebe die Scene; kein Wald, kein See, kein Wasserfall unterbreche die Monotonie und Stille des ganzen Bildes; es sei eine ungeheuere, grau, braun oder schwarz gefärbte Felsenwildniss; (*Travels in Arabia II*, 97). Wenn der Gneissgranit der Lofoten in Norwegen (S. 170) vielleicht mit demselben Rechte in das Gebiet der Granitformationen gezogen werden kann, so würde er in Betreff der Felsbildung des Granites als ein würdiger Pendant des Sinai zu betrachten sein. »Wunderbar gestaltete Felscolosse, sagt Russegger, tausendzackig und zerrissen, zahllose Hörner und Zinken, meist hoch über die Schneegränze emporragend, zum Theil bedeckt mit Gletschern und ewigen Schneefeldern, standen sie um uns, diese Nordlandsberge, als mächtige Säulen jenes Riesentempels, in welchem sich die Natur in ihrer Grösse auch jenseits des Polarkreises dem Menschen offenbart;« (Reisen in Europa, Asien und Africa, IV, 588).



Was die kleineren isolirten Felsen anlangt, so besitzen wir in Sachsen ein ausgezeichnetes Beispiel in den Greifensteinen bei Geyer, deren Gestalt und Structur so grottesk und abenteuerlich ist, dass der ehemals unter den Bewohnern der Umgegend vorkommende Glaube, es seien Trümmer eines verwünschten Schlosses, nicht befremden kann. Sie erscheinen wie aus über einander geschichteten Wollsäcken oder Matrazen aufgethürmt, was man sonst wohl für Schichtung hielt, wogegen sich aber schon Mohs sehr entschieden aussprach. Auch in der Lausitz bei Königshain finden sich so merkwürdig gestaltete Granitberge, dass Grosser sie für mühsam und künstlich aufgerichtete Monumente erklärte; noch wunderbarer erscheint der südlich von Elstra liegende Hochstein. Am Harze sind ähnliche Formen bekannt; so der Ilsenstein bei Ilsenburg, die Schnarcher zwischen Schierke und Elend, die Feuersteinsklippen südwestlich von der Heinrichshöhe. Aus dem Fichtelgebirge sind die Granitfelsen des Waldsteins, der Haberstein, der Kösseine, des Nusshart, besonders aber die den Greifensteinen sehr ähnliche und wegen ihrer freien Stellung sehr imposante Felsgruppe des Rudolphsteins zu erwähnen. Im Böhmerwaldgebirge erscheinen nach Hochstetter die Felsen des Dreisesselsteins, des Königsteins und der Rossberge mit sehr ausgezeichneten Formen; Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1855, S. 15. — Berühmt sind auch die Felsgestalten in mehren Granitdistricten von Cornwall und Devonshire. Im Landsend-Districte steht nach Forbes der Granit auf jedem Hügel in höchst phantastischen Formen an, welche unter dem Namen von Tors und Carns bekannt sind, und die Aufmerksamkeit der Geologen und Antiquare in Anspruch genommen haben. Auch der St. Michaelsberg bietet eine der merkwürdigsten und schönsten Scenerien dar. Boase deutet darauf hin, dass diese seltsamen Felsgestalten des Cornwaller Granites von Borlase u. A. für *rock idols* und *ra-*

ficial basins der Druiden erklärt worden seien, meint jedoch, bei diesen Sculpturen habe der Zahn der Zeit den Meisel, und die Natur den Künstler abgegeben.

Nirgends aber scheinen dergleichen granitische Felsbildungen in auffallenderen Formen ausgenagt zu sein, als in einigen Gegenden Sibiriens, von wo sie schon früher durch Pallas, Renovanz und Ledebour, sowie später durch G. Rose und v. Humboldt beschrieben worden sind. Am Kolywanschen See, drei Werst von Sauschkina, der letzten Station vor Schlangenberg, erheben sich ganz plötzlich aus der Ebene der Steppe die seltsam gestalteten Granitfelsen, welche den See umgeben. Sie bestehen aus über einander liegenden, meist horizontalen Platten von 3 Zoll bis 3 Fuss Stärke, und erscheinen aus der Ferne wie die Ruinen alter Burgen*). In den Narymschen Bergen bei Krasnojarsk bildet der Granit ganz ähnliche Felsen, die wie Thürme und Mauern über ihre Umgebung hervorragen; Rose, Reise nach dem Ural, I, 523 und 599). Pallas berichtet, dass die Granitfelsen von Adontschelon in Daurien Ruinen, Portale, Grotten, über einander gestürzte Platten, kleine Zackengipfel und viele andere seltsame Gestalten bilden, so dass man von weitem eine Heerde von Kameelen, Pferden oder Kühen zu sehen glaubt, was auch der Mongolische Name Adontscholo, Viehheerden-Felsen, ausdrückt; (Pallas, Reise III, 217).

§ 305. *Lagerungsformen der Granite; Typhonische Stöcke und Decken.*

Die Granite sind zwar fast aller derjenigen Lagerungsformen fähig, welche eruptiven Gesteinen überhaupt vorkommen können (I, 897); doch begegnet ·n am häufigsten der stockförmigen und gangförmigen Lagerung, ·hrend die deckenförmige Lagerung nur selten, und ein Auftreten in wirk-·n Lagern noch seltener nachgewiesen worden ist.

Wo der Granit auf kleinere, arrondirte Areale von höchstens einigen ·en Durchmesser beschränkt ist, da lässt sich wohl meistentheils voraus-·zen, dass er wesentlich in der Form von typhonischen Stöcken gela-·t sei. Weil nun die horizontale Begränzung dieser Stöcke, wie solche an Erdoberfläche und auf geognostischen Charten hervortritt, oft länglich und ·rundet zu sein pflegt, so hat man sie bisweilen Granit-Ellipsen, oder auch, ·r Voraussetzung einer kuppelförmigen Oberfläche, Granit-Ellipsoide ge-·nt. Man könnte sie allgemein Granit-Inseln nennen, da sie in der ·wie Inseln aus dem sie umgebenden Gneiss- oder Schieferlande hervor-ben.

---

* Ledebour gab von diesen thurmähnlichen Felsen am Kolywanschen See ein schönes ·auf Taf. V seiner in den Jahren 1829 und 1830 erschienenen Reise durch das Altaige-·· Humboldt sagt: »wenn man aus der Steppe von Platowsk zu den felsigen Ufern des ··anschen Sees aufsteigt, so wird man von diesen Granit-Eruptionen, welche auf ei-Raume von mehren Quadratmeilen aus einem ganz ebenen Boden hervortreten, über-·t Bald liegen die Felsen in geraden Reihen hinter einander, bald zerstreut in der · and dabei besitzen sie die sonderbarsten Gestalten: hier sieht man schmale Mauern, ··ine Thürme oder Polygone. Die niedrigsten Mauern ähneln Tribünen, Sesseln oder ·nkmalen. Manche haben eine Höhe von 400 bis 500 Fuss, andere erreichen kaum ·s Fuss. — Andere, noch ungewöhnlichere Formen zeigen die Granitfelsen, welche ·ngs des südlichen Altai-Abhanges, zwischen Buchtarminsk, dem Narym und dem ··ischen Posten Baty erheben. Es sind Glocken, plattgedrückte Halbkugeln oder Ke-·le mitten in der Ebene des oberen Irtysch liegen.« Centralasien, I, 191 f.

Diese Lagerungsform ist übrigens eine der gewöhnlichsten; sie scheint besonders den älteren, im Gebiete der primitiven Formationen und der Uebergangsformation auftretenden Graniten ganz wesentlich anzugehören, und ist bereits in sehr vielen Ländern nachgewiesen worden.

Selten finden sich dergleichen Granitstöcke vereinzelt; öfter liegen ihrer mehre, in nicht zu grossen Entfernungen neben oder hinter einander, wobei sie gewöhnlich eine reihenförmige Anordnung längs einer und derselben Linie zeigen. Dergleichen reihenfömige Systeme von Granit-Inseln lassen sich gewissermaassen mit den Vulcanreihen vergleichen, und verweisen uns auf granitische Eruptionen, welche längs einer und derselben Spalte Statt gefunden, aber die Erdoberfläche nur an einzelnen Stellen erreicht haben.

Bei Schwarzenberg im Erzgebirge tauchen, in der Linie von Klösterlein bis Crandorf, von NW. nach SO. fünf dergleichen Granitinseln aus dem Glimmerschiefer auf, nämlich die fast kreisrunde Granitpartie von Aue, die langgestreckte und etwas gekrümmte Partie von Lauter, die ganz kleine Partie von Neue Welt, die langgestreckte aber geradlinig verlaufende Granitpartie von Schwarzenberg, und endlich die kleine, im Schwarzwasserthale durchbrochene Granitpartie von Erlhammer. Die längsten Durchmesser aller dieser Granitinseln fallen in die Richtung ihrer Verbindungslinie. Westlich von Aue liegen, in einer Parallellinie der vorigen, die beiden langgestreckten Granitpartieen von Oberschlema und Auerhammer. Dagegen lassen die drei bei Geyer aufragenden Granitpartieen keine geradlinige Anordnung erkennen, obwohl die beiden südlichen, des Zinnberges und des Stockwerkes, in ihrem Alignement auf die, eine Meile weiter nach SO. zwischen Buchholz und Schlettau liegende Granitpartie verweisen. Die unter dem Gneisse hervortretende Granitkuppel von Wiesenbad endlich hat eine mehr isolirte Lage. — Merkwürdig ist es, dass die beiden Granitinseln von Niederbobritzsch und Flöhe, obwohl getrennt durch einen Zwischenraum von $2^1/_2$ Meilen, doch gleichfalls die Richtung von NNW. nach SSO. behaupten, und genau in die Axe des grossen Keiles fallen, mit welchem sich das Erzgebirgische Gneissterrain zwischen Marienberg, Tyssa und Nossen nach Norden hinausstreckt. Da nun die allgemeine Richtung des Erzgebirges die von ONO. nach WSW. ist, so folgt hieraus, dass alle diese linearen Systeme von Granitinseln, eben so wie die grosse Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie, die Längenausdehnung desselben fast unter rechten Winkeln schneiden, weshalb sich die gegenwärtigen Formverhältnisse dieses Gebirges von den Granit-Eruptionen ganz unabhängig erweisen.

Der grossen centralen Granitmasse des Fichtelgebirges liegen in einer von NO. nach SW. gestreckten Linie die drei Granitinseln des Grossen Kornberges, des Waldsteins und die von Korndorf vor, und die sehr vorherrschende Längendimension der beiden ersteren fällt genau in die Richtung ihres Alignements, welche wiederum der Längenaxe der Centralgranitmasse und des Fichtelgebirges parallel ist.

Am Harze bildet die Granitpartie des Brockens eine ziemlich arrondirte Masse; nordwestlich von ihr liegt die kleinere Granitpartie des Ziegenrückens, und eine südöstlich von ihr, in grösserer Entfernung, die Granitpartie des Ramberges, so dass hier ebenfalls eine ziemliche Coincidenz zwischen der Längenausdehnung des Gebirges und dem allgemeinen Alignement der Granitinseln Statt findet.

Wie aber im Erzgebirge, im Fichtelgebirge und am Harze das Vorkommen des Granites in grösseren oder kleineren, nach bestimmten Linien geordneten typhonischen Stöcken gegeben ist, so wiederholt sich dieselbe Art des Vorkommens in sehr vielen anderen Gebirgen. So sind z. B. in Cornwall und Devonshire 5 gro-

sere und mehre kleinere, sehr arrondirte Granitpartien bekannt, welche sich von F. .ey über Bodmin bis zum Cap Landsend in einer etwas gekrümmten Linie fortz..hen, die ungefähr dem allgemeinen Verlaufe der südlichen Küste beider Graf-schaften parallel ist. In Schottland kennt man 25 Graniteinseln im Gebiete des Gneisses, und 14 im Gebiete des Glimmerschiefers und Thonschiefers; eben so 20 ..gleichen in den Grafschaften Wicklow und Wexford in Irland, im Gebiete der ..rischen Schiefer. In den Cevennen tritt der Granit in drei Partieen auf, welche ..t ostwestlich hinter einander liegen, und daher die Richtung des Gebirges unter .. schneiden. In den Pyrenäen bildet der Granit eine grosse Anzahl von z. Th. ..hr colossalen typhonischen Stöcken, welche in ihrer allgemeinen Vertheilung der ..ngenrichtung des Gebirges folgen; gerade so verhält es sich auch in der Nor-mandie und Bretagne; und so liessen sich noch aus vielen Ländern ähnliche Bei-spiele anführen.

Auch manche grössere Granitablagerungen, wie z. B. die von Kupferberg nach Reichenberg 9 Meilen lange centrale Granitmasse des Riesengebirges, .. Meilen lange Centralmasse des Fichtelgebirges, die eben so ausgedehnte ..sbad-Eibenstocker Granitpartie des Erzgebirges, u. a. m. dürften wenigstens ..lweise die Lagerungsverhältnisse typhonischer Stöcke besitzen, wenn sie . vielleicht in gewissen Theilen ihres Gebietes schon den Charakter von ..nartigen Ausbreitungen haben.

Was nun die Lagerungsverhältnisse dieser Granitstöcke betrifft, so ..n solche in der Regel eine auffallende Unabhängigkeit von der Schich-.. der umgebenden Gesteine; wenn also auch die Schichten stellenweise der ..itgränze parallel streichen, so laufen sie anderwärts auf diese Gränze zu, ..h endlich unter grösseren oder kleineren Winkeln am Granite abzustos-.. Ja, gar nicht selten behaupten die geschichteten Formationen rings um .. zwischen solchen Graniteinseln ein so ungestörtes und beständiges ..meines Streichen und Fallen, als ob die Granitmassen gar nicht vor-..en wären. Nur nahe an der Gränze und im unmittelbaren Contacte mit . Granite geben sich auch dann noch locale Störungen des Schichtenbaues ..kennen. Dies beweist wohl, dass in solchen Fällen die Schichtenstellung .. umgebenden Formationen durch frühere Ereignisse bestimmt und von den ..nen der Granite nur wenig alterirt worden ist.

Dieses Abstossen der Schichten des Schiefergebirges an den Granitstöcken, und .. scheinbare Unabhängigkeit ihres Verlaufes von den Massen der letzteren ist . B. in Sachsen sehr schön in der Umgebung der Kirchberger und der Lauter-..er Granitpartie zu beobachten; eben so am Harze in der Umgebung des ..kens und des Ramberges. Nach Marshall wiederholt sich dieselbe Erschei-.. im Lake-Districte von Wales, wo die Schiefer nicht mantelförmig um die ..itmassen gelagert sind, sondern mit unverändertem Streichen und Fallen auf . zulaufen, gerade so, als ob sie in den Granit fortsetzen sollten. Marshall ..rt aus diesen Verhältnissen, dass der Granit selbst ein metamorphisches sedi-..ntäres Gestein sei.

Indessen kommen auch Fälle vor, da die Architektur der geschichteten ..e eine Abhängigkeit vom Granite erkennen lässt, indem die Schichten ..m von ihm wegfallen, und ihn also in mantelförmiger Umlagerung um-.. oder in einem kuppelförmigen Schichtensysteme bedecken, wie z. B.

bei Wiesenbad in Sachsen. Dann ist wohl anzunehmen, dass die Schichten zu Zeit der granitischen Eruption noch eine fast horizontale Lage hatten, so das sie von dem heraufdringenden Granite kuppelförmig aufgetrieben und nach al len Seiten hin aufgerichtet werden konnten.

Für die typhonischen, aus den Tiefen der Erde hervorgetretenen Stöck muss natürlich eine durchgreifende Lagerung Statt finden; daher läss sich auch voraussetzen, dass ihre lateralen Begränzungsflächen im Allgeme nen eine steile, ja wohl nicht selten eine fast senkrechte Lage haben werden bisweilen fallen sie stufenartig in die Tiefe ab, indem steilere und flache Gränzflächen mit einander abwechseln; oft aber haben diese steileren Gränz flächen einen sehr geradlinigen Verlauf, ja sie sind mitunter so entschied als Spaltenwände ausgebildet, dass Erzgänge (z. B. Eisensteingänge) an ihne hinlaufen.

Dergleichen Verhältnisse sind unter Anderem durch die höchst sorgfältigen, mit markscheiderischer Genauigkeit ausgeführten, und überhaupt in jeder Hinsic musterhaften Untersuchungen des Bergmeister Oehlschlägel an den Gränzen Eibenstocker und anderer Granitmassen des oberen Erzgebirges nachgewie worden. Man kennt sie auch z. Th. an den Cornwaller Granitstöcken.

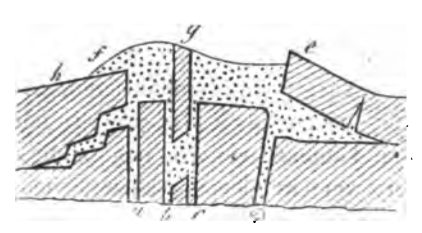
Dass übrigens manche dieser typhonischen Stöcke ursprünglich mit un tergreifender Lagerung (I, 877) ausgebildet waren, und erst in Folge ein späteren Zerstörung der sie bedeckenden Massen entblöst und sichtbar gema worden sind, diess unterliegt wohl keinem Zweifel. Kleinere derglei Stöcke sind bisweilen erst durch die Thalbildung (wie z. B. bei Wiesenba oder durch die Abrasion an den Meeresküsten zu Tage ausgetreten, einige al als wirklich unterirdische, d. h. noch alseitig bedeckte Kuppen durch d Bergbau nachgewiesen worden; wie z. B. in Sachsen die Granitkuppe Lumbache bei Aue.

Ueberhaupt dürften wohl viele typhonische Granitstöcke als grosse, ku penartige Ablagerungen vorzustellen sein, welche zwischen die sie umgeb den Gesteine eingefügt sind, und in tieferen Niveaus mit grösseren H zontalquerschnitten erscheinen würden, als an der Oberfläche. Ob sie abe allen Tiefen eine solche Zunahme ihrer horizontalen Dimensionen, u nicht vielmehr in sehr grossen Tiefen wiederum eine Abnahme derselben e gen werden, diess ist eine andere Frage. Denn, wie gross auch ihre Di sionen sein mögen, so müssen sie doch weiter abwärts in ein sternförmi oder polygonales System von Granitgängen übergehen, welche in die sog nannte ewige Teufe, d. h. bis in die Heimath des Granites hinabreichen

Nur die oberen Theile der Erdkruste dürften wirklich gehoben und se wärts aus einander getrieben worden sein, um den Ablagerungsraum für d typhonischen Stöcke zu liefern, während die tieferen Theile der Erdkruste w nur von mehr oder weniger weiten Spalten durchrissen wurden, durch wel das granitische Material hervordrang. Die stellenweise und strichweise oft geradlinig verlaufenden Contoure der Granitstöcke, die zuweilen vork menden aus- und einspringenden Winkel derselben verweisen uns auf sp

...enähnliche Zerreissungen der äusseren Erdkruste, welche natürlich ...it tieferen Spalten zusammenhängen müssen. Der Umstand aber, dass ...nche solcher Stöcke entweder ringsum, oder doch in einem grossen Theile ...r Peripherie von höheren Schiefer- oder Gneissbergen umgeben werden, ...rechtigt wohl zu der Vermuthung, dass diese äussere Erdkruste auch eine ...lweise Emportreibung über ihr ursprüngliches Niveau erfahren habe, wo...h natürlich auch seitwärts bedeutende unterirdische Räume für die Ab...rung des Granites gewonnen werden mussten.

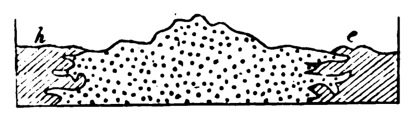
Das beistehende Diagramm dürfte ein ...ales Schema zur Versinnlichung der Verhältnisse abgeben, unter welchen wir ...us die Ausbildung solcher typhonischen ...anitstöcke zu denken haben. Die ei...ntlichen Ausflussspalten *a*, *b*, *c* und *d* ...gen sich vielleicht in grosser Tiefe zu ...er einzigen, grösseren Spalte verei...en. Bei *e* ist eine Emportreibung der Schiefer über das Niveau des Granites, ... ein theilweises Ueberfliessen des Granites, und bei *g* die Heraustrei...ng einer colossalen Schiefermasse vorausgesetzt worden, wie sie z. B. für den ...erberg in Sachsen anzunehmen sein dürfte.



Als Beispiele für die stellenweise höhere Lage des angränzenden Schiefer...irges erwähnen wir das Riesengebirge, wo der Glimmerschiefer der fast 5000 Fuss hohen Schneekoppe den Granit bedeutend überragt, und die Granitpartie von ...lerbobritzsch bei Freiberg, an deren südlichem und südwestlichem Rande die ...ssberge recht auffallend über die Granitberge heraufsteigen. Als Beispiel ei...r fast ringsum laufenden Umwallung durch höhere Massen des Schiefergebir... kann die Granitpartie von Kirchberg in Sachsen angeführt werden, welche auf ...er nördlichen, östlichen und südlichen Seite wallartig von hohen Schieferbergen ...eben wird; eben so die Flöher Granitpartie im Erzgebirge, deren auffallende ...hung durch höhere Gneissberge schon in dem orographischen Bilde der geo...schen Charte von Sachsen sehr deutlich hervortritt. Auch der Circus von ...rde I, 349) gehört hierher. Dass sich ähnliche Verhältnisse in anderen Län...n wiederholen mögen, ergiebt sich aus der Bemerkung von Hitchcock, dass in ...achusetts alle Granitmassen ein merkwürdig tiefes Niveau im Vergleich zu an...en Gesteinen behaupten; (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 472). Dagegen ist es ...nnt, dass die Granitdistricte auch häufig die höchsten Gipfel der betreffenden ...ge enthalten, wie diess z. B. am Harze, im Fichtelgebirge und in Cornwall ... Fall ist.

...ie typhonischen Granitstöcke sind es besonders, welche an ihren Grän...ene auffallenden Erscheinungen der Apophysen und Ramificationen ...nehmen lassen, von denen bereits im ersten Bande Seite 870, 873, 903 und ...die Rede gewesen ist. Da sich jedoch dieselben Erscheinungen auch bei an...n granitischen Gebirgsgliedern vorfinden und, ihrer ganzen Natur nach, den ...artigen Gebirgsgliedern unterordnen, so verweisen wir ihre Betrachtung mit ...en folgenden Paragraphen.

Wenn aber der Granit viele dergleichen Apophysen in das Nebengestein ...t, so erscheinen die oberen Theile ...ser typhonischen Stöcke im Quer...nitte ungefähr so, wie es das neben...ende Bild zeigt. Es fand dann eine



sehr vielfache Zerspaltung und Zerreissung des Nebengesteins, und eine gewal same Einpressung oder Injection des granitischen Materials in die gebildeten Spa ten und Risse Statt, wodurch die Verhältnisse des ramificirenden Gestein verbandes (I, 873) zur Ausbildung gelangten. Dass aber auch bei solcher Au bildungsweise in grösseren Tiefen eine Verschmälerung des Stockes un endlich ein Uebergang in blose Gänge eintreten wird, diess ist wohl sehr wah scheinlich. — In diesem, wie in dem vorhergehenden Falle könnte ein Beobac ter, welcher die Schichten bei *e* dem Granite zu, und bei *h* vom Granite we fallen sieht, zu der irrigen Ansicht verleitet werden, dass der Granit den Schiefe regelmässig eingeschichtet sei. Wenn man jedoch die Schichtenstellung rin um einen solchen Stock genauer studirt, so wird man die wahren Verhältnis leicht erkennen.

Ausser den typhonischen Stöcken kommen auch bisweilen Granitstöc vor, welche als keilförmige oder als lenticulare Stöcke bezeichnet we den können, weil sie sich beiderseits in der Richtung ihres Streichens keilfö mig verschmälern, während sie sich nach oben entweder ausbreiten, od gleichfalls keilförmig zuschärfen; sie zeigen daher einen lanzettförmigen Ho zontalquerschnitt und sind, bei kleineren Dimensionen, nur als sehr kur stockartige Gänge zu betrachten, welche, wenn sie dasselbe Streichen hab wie die Schichten des Nebengesteins, leicht für Lagerstöcke gehalten werd können.

An diese Formen würden sich auch die colossalen Granitgneiss- oder Protog stöcke der Alpen anschliessen, dafern für sie eine eruptive Entstehungsweise g tend gemacht werden kann.

Der Granit erscheint aber auch bisweilen in sehr weit ausgedehnten Ab gerungen, welche schon ihrer grossen horizontalen Ausbreitung wegen ka für etwas Anderes, als für deckenartige Gebirgsglieder (I, 901), für ma tige, nach allen Richtungen hin aufgelagerte Bildungen zu halten sind. gleich an den Rändern dieser Decken ganz ähnliche Begränzungs-Verhältni vorkommen können, wie sie bei den typhonischen Stöcken angetroffen werd Denn, wo sich der Granit z. B. über Hunderte von Quadratmeilen in ununt brochener Ausdehnung verbreitet, da ist wohl naturgemässerweise keine dere Lagerungsform denkbar, als die einer Decke. Dass aber diese Gra decken ihre Auflagerung selten wirklich erkennen lassen, diess bew wohl nur, dass sie meist zu mächtig oder zu tief abgelagert sind, um von Thalbildungen durchschnitten werden zu können.

Eine sehr ausgedehnte und ganz tief gelegene Granitregion findet sich z. B südlichen Russland, wo sich von Brody, zwischen dem Bug und dem Dnjepr gegen Taganrog, in der Richtung von WNW. nach OSO., auf 130 Meilen eine Granitdecke ausbreitet. Leopold v. Buch, welcher die Aufmerksamkeit diese Granitbildung lenkte, nennt sie die ausgedehnteste Granitmass Europa; und in der That scheint sie ein Areal von beinahe 4000 Quadratmeile bedecken; (Karstens und von Dechens Archiv, Bd. 15, 1840, S. 70). in mehren Gegenden Spaniens, wie z. B. in dem Gebirgszuge zwischen dem und der Guadiana, und in Galicien, scheint der Granit eine ganz ungewöhn Verbreitung zu gewinnen. In Vorderindien, zwischen den Flüssen Godaver Kistnah dehnt sich gleichfalls ein weites Granitplateau aus, in dessen Mitte H

rabad liegt. — In solchen Fällen ist wohl ein Ausfluss des granitischen Materials aus vielen, weit fortsetzenden Spalten, und eine gleichmässige Ergiessung und Ausbreitung desselben über grosse Landstriche anzunehmen, wobei alle ältere Formationen von dem Granite überlagert wurden.

Auch die in Sachsen, zwischen Görlitz, Camenz, Grossenhain, Leuben, Dohna und Georgenthal (in Böhmen) über einen Raum von mehr als 50 Quadratmeilen ausgedehnte Granit-Ablagerung möchte kaum für etwas Anderes zu halten sein, als für eine deckenartige Ausbreitung, welche jedoch strichweise, und namentlich an ihren Gränzen gegen das Schiefergebirge, den Charakter typhonischer Stöcke besitzen mag, wie dies ja wohl bei allen Granitdecken vorausgesetzt werden muss. Denn jede Granitdecke hat ihre Eruptionslinien, welche theils an ihrer Gränze hinlaufen, theils auch da und dort in der Tiefe verborgen sind. Diese Eruptionslinien werden aber im Allgemeinen als Spalten vorzustellen sein, welche namentlich da, wo sie an den Gränzen der Granitdecken hinlaufen, mit Dislocationen des angränzenden Landes verbunden sind; mit Dislocationen, die theils durch die Granit-Eruptionen selbst hervorgebracht, theils schon früher vorhanden gewesen, und nur bei diesen Eruptionen benutzt worden sein mögen. Die von Neuhaus in Böhmen bis nach Grein an der Donau reichende Granitmasse ist wohl gleichfalls eine Decke von Granit.

Da bei solchen Granitländern eine Auflagerung des Granites in grosser horizontaler Verbreitung vorausgesetzt werden muss, so fragt es sich, ob derartige Auflagerungen überhaupt irgendwo wirklich beobachtet worden sind. Die Antwort auf diese Frage kann gegenwärtig bejahend gegeben werden, obgleich sich die bekannt gewordenen Fälle grossentheils nur auf kleinere Granit-Ablagerungen beziehen. Wenn aber schon bei solchen kleineren, den typhonischen Stöcken verwandten Granitmassen ein stellenweises Ueberfliessen, eine, in fast horizontaler Richtung erfolgte Ausbreitung nachgewiesen werden kann, so werden wir gewiss keinen Anstand nehmen können, ähnliche Verhältnisse bei jenen grösseren Ablagerungen vorauszusetzen.

Es handelt sich nämlich hier nicht um jene localen, auf schmale Räume beschränkten Auflagerungen, mit stark geneigter Lage der Auflagerungsfläche, wie solche an den Gränzen granitischer Ablagerungen gar nicht selten zu beobachten sind, als vielmehr um ausgedehntere Auflagerungen, mit sehr wenig geneigter oder fast horizontaler Auflagerungsfläche, durch welche eine horizontale Ergiessung und Ausbreitung des Granites erwiesen wird. Auch versteht es sich von selbst, dass es nur ursprüngliche, und keine secundären, etwa durch Ueberschiebungen hervorgebrachte Auflagerungen sind, welche hier in Rücksicht kommen können.

Eine der ältesten hierher gehörigen Beobachtungen ist vor mehr als einem halben Jahrhundert von Leopold v. Buch, in seinem Versuche einer mineralogischen Beschreibung von Landeck (1797, S. 16), veröffentlicht worden. Nachdem er die dortige neuere Granitbildung petrographisch geschildert hat, sagt er: »diese Gebirgsart liegt auf dem Glimmerschiefer bei Reichenstein, Vollmersdorf, Ober- und Nieder-Haasdorf; sie bildet dort die Oberfläche beider Abhänge, wie ein über sie weg gebreitetes Tuch.« — Im Jahre 1822 erwähnten Lamé und Clapeyron die ähnliche Auflagerung des Granites des Ziegenrückens am Harze auf den dortigen Schiefern, welches Verhältniss später von Keferstein genauer beschrieben worden ist. Auf der rechten Seite des Ockerthales, sagt der leztge-

nannte Beobachter, sieht man vortrefflich, wie der Granit auf den mehre 100 F. hohen Schieferbergen aufliegt, und so die Klippen des Ziegenrückens bildet weithin verfolgt man diese Granitdecke über den Schiefern, da ihre Klippen auf der Höhe wohl an zwei Stunden weit fortsetzen; (Teutschland geogn. geol. dargestellt, Bd. VI. Heft 3, 1830, S. 375 und 456).

In einem minder grossen Maassstabe, aber mit der grössten Evidenz, wurde dieselbe Erscheinung von Marhallac auf der kleinen Insel Mihau, im Dep. des Côtes du Nord beobachtet. Diese Insel besteht aus Thonschiefer, dessen sehr steil aufgerichtete Schichten an mehren Puncten von Granit bedeckt werden, welcher dem Schiefer in sanft geneigten Flächen abweichend aufgelagert ist. Die Auflagerung ist sehr schön entblöst; beide Gesteine sind scharf getrennt, und der Granit treibt Adern und Gänge abwärts in den Schiefer, dessen Schichtenköpfe durchaus bis 18 Zoll tief von Osten nach Westen umgebogen oder gestaucht sind; (*Bull. de la soc. géol. IV, p.* 201). Nach de Limur findet sich bei Huelgoat (*Finistère*) eine sehr bedeutende, durch zahlreiche grosse Pinitkrystalle ausgezeichnete Granitbildung, welche die dortige Silurformation überlagert, und sogar stromartige Ablagerungen bildet. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 13, 1857, *p.* 580. Auch die von Krantz auf der Insel Elba wahrgenommene, und in seiner Abhandlung über diese Insel beschriebene und abgebildete Auflagerung des Granites scheint nicht gerade auf grosse Entfernungen sichtbar zu sein. Dort breitet sich nämlich am Capo die Fonza, östlich vom Golfo di Campo, auf der zwar unebenen, aber im Allgemeinen fast horizontalen Oberfläche eines, 25° in West einfallenden Schichtensystemes der Apenninenformation der Granit abweichend aus; (Karstens und v. Dechens Archiv Bd. XV. 1841, s. 383).

In einem weit grossartigeren Maassstabe wurde die horizontale Auflagerung und Ausbreitung des Granites von Al. v. Humboldt und G. Rose in Sibirien, an den Ufern des Irtysch, zwischen Buchtarminsk und Ustkamenogorsk beobachtet. Das felsige Ufer besteht daselbst aus Uebergangsthonschiefer, dessen Schichten mit bis 80° fallen, und nach oben in einer etwas undulirten Fläche endigen. Auf dieser Fläche breitet sich nun der Granit in übergreifender Lagerung aus, indem er allen Undulationen derselben folgt, und daher bald bis zum Wasser herabsinkt, bald bis zu 50 und 60 Fuss Höhe hinaufsteigt*). Diese Auflagerung ist fast auf $^3/_4$ Meilen Länge zu beobachten, und erscheint um so auffallender, weil der Granit in fast horizontale, schichtenähnliche Bänke abgesondert ist, welche durch ihre Lage wie durch ihre Farbe gegen die steilen, dunklen Schieferschichten sehr contrastiren; (G. Rose, Reise nach dem Ural, I, 610, und Al. v. Humboldt, Centralasien, I. 195).

Auch im Erzgebirge, östlich von Graslitz, an der westlichen Gränze der Carlsbad-Eibenstocker Granitpartie, findet eine entschiedene Auflagerung des Granites auf dem Glimmerschiefer Statt, zum Beweise, dass sich diese Granitpartie, welche anderwärts die Begränzung eines typhonischen Stockes zeigt, doch in dieser Gegend über der ehemaligen Oberfläche des Schiefergebirges ausgebreitet haben muss. Der Glimmerschiefer tritt nämlich dort mit einem spitzen Winkel sehr weit in das Granitgebiet ein, indem die von Glasberg nach Silberbach nordwärts verlaufende Gränze bei letzterem Orte nach Osten umbiegt, und in dieser Richtung bis zu den Mühlhäusern fortzieht, von wo sie plötzlich nach Westen zurückläuft

*) Ganz ähnlich scheint die Lagerung des Granites bei Inverary in Argyllshire zu sein, von welcher der Herzog von Argyll, im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. IX*, 1853, *p.* 36[illegible] eine Beschreibung gab. Er erklärt sie zwar als Einlagerung im Glimmerschiefer, allein das p. 362 mitgetheilte Bild lässt kaum eine andere Ansicht zu, als dass dort eine deckenartige Auflagerung Statt finde.

Längs dieses, über eine Meile langen Gränztractes zieht sich der Granit beständig auf der Höhe des Gehänges hin, während in der Tiefe der Glimmerschiefer ansteht, in welchen mehre tiefe Schluchten eingerissen sind; es ist diess besonders auffallend von Glasberg bis über Neudorf, sowie weiterhin am Mückenberge und am Hochgarter Berge, in welchem der Granit über eine nördlich vorliegende Terrasse des Schieferlandes aufsteigt; (Geognost. Charte des Königr. Sachsen, Section XVI).

Eine der merkwürdigsten hierher gehörigen Erscheinungen berichtet Keilhau aus Norwegen. Der Hallingskarven, dieser auf dem Gebirgsrücken zwischen Hardanger und Hallingdal bis zu 6000 F. Höhe aufragende, ein paar Meilen lange und bedeutend breite, plateauförmig gestaltete Coloss besteht unten aus Thonschiefer, dessen Schichten unter 60° geneigt sind; darüber breitet sich eine, wenigstens 1200 F. mächtige Ablagerung von Granit aus, welcher schön krystallinisch und vollkommen charakteristisch an einigen, weniger deutlich an anderen Orten, auf der Nordostseite des Berges aber ganz gneissartig ist. Dieser Granit bildet also hier eben so eine Decke, wie man diess sonst nur vom Trapp zu sehen gewohnt ist; (*Gaea Norv.* I, 390).

Auch Zeuschner hat aus der Gegend von Inwald in Mähren ganz ähnliche Auflagerungen des Granites über den Schichten des Fucoidenkalksteins beschrieben, wie sie Krantz auf Elba beobachtete; da er jedoch bemerkt, dass das aufliegende Gestein sehr verwittert sei, und wenig Aehnlichkeit mit Granit habe, so wäre es auch möglich, dass es nur sogenannter regenerirter Granit, d. h. mächtig aufgeschwemmter, und mehr oder weniger verkitteter granitischer Sand und Grus ist, welcher von dem benachbarten Berge Lanckorona abstammt; (Naturwissenschaftl. Abhandl. herausg. von Haidinger, III, 1850, S. 141).

Endlich mag noch daran erinnert werden, dass auch für die vorhin erwähnte sächsische Granitdecke, welche an beiden Elbufern grossentheils als Syenit ausgebildet ist, unweit Dresden, durch den Elbstollen des Königlichen Steinkohlenwerkes schon in der Nähe ihrer Gränze, eine abweichende und übergreifende Auflagerung des Syenites über den steil aufgerichteten Schichtenköpfen des Thonschiefers, auf 100 Lachter weit nachgewiesen worden ist; (Geogn. Beschreib. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, Heft 5, S. 136).

Dass der Granit in solchen Gegenden, wo er wirklich durch ein förmliches Überfliessen auf der ehemaligen Erdoberfläche zu einer bedeutenden horizontalen Ausbreitung gelangt ist, nur selten Fragmente des Nebengesteins enthalten, dass er dort eben so wenig Gänge und Apophysen (mit Ausnahme von abwärts gerichteten Spaltenausfüllungen) zeigen wird, diess folgt aus der ganzen Art und Weise dieser Ablagerung.

Noch haben wir der Granitstöcke im Granite zu gedenken. Es ist nämlich gar keine selten vorkommende Erscheinung, dass mitten in einem grösseren Granitdistricte, welcher z. B. von grobkörnigem Granite gebildet wird, stockförmige Ablagerungen einer anderen Granitvarietät, gleichsam wie Inseln oder isolirte Kuppen, aufragen. Dergleichen Vorkommnisse dürften in der That als selbständige, untergeordnete Gebirgsglieder zu betrachten sein, welche den ähnlichen gangförmigen Granitbildungen sehr nahe verwandt sind, wie sie so häufig innerhalb derselben vorwaltenden Granite angetroffen werden.

So finden sich z. B. bei Zehren unweit Meissen, im Gebiete des dortigen grobkörnigen Granites, kleine Stöcke eines feinkörnigen, fast glimmerfreien Granites, welcher in seiner Gesteinsbeschaffenheit mit demjenigen Granite völlig übereinstimmt, der in derselben Gegend ausserordentlich häufige Gänge sowohl im Granite

als im Syenite bildet. In der Kirchberger Granitpartie, welche vorwaltend aus grobem, porphyrartigem Granite besteht, ragt bei der Stadt Kirchberg der Borberg mit einem feinkörnigen, sandsteinähnlichen Granite auf. In der Granitinsel von Niederbobritzsch bei Freiberg giebt es mehre Kuppen, welche sich durch die Feinkörnigkeit ihres Gesteins eben so auffallend von dem herrschenden Granite unterscheiden, als sie sich durch dieselbe Beschaffenheit an den in Gängen und Adern auftretenden Granit anschliessen. — Dasselbe wiederholt sich nach v. Warnsdorff bei Carlsbad, und nach G. Rose im Riesengebirge, wo hier und da, mitten im Gebiet des herrschenden, grobkörnigen Granites, ein feinkörniger Granit theils in Kuppen wie im Scholzenberge und Hopfenberge bei Warmbrunn, theils in langgestreckten Rücken, wie im Stangenberge bei Stonsdorf und im Ameisenberge bei Erdmannsdorf aufragt; derselbe Granit erscheint auch sehr häufig in Gängen. Eben so verhält es sich nach Peters in dem Granitgebiete von Oberösterreich; Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1853, S. 248. — In Cornwall, am Vorgebirge Tol-Pedn-Penwith, sahen v. Oeynhausen und v. Dechen eine feinkörnige, in 150 bis 200 F. hohen Felsen anstehende Granitmasse, die wie ein fremdartiger, in den grobkörnigen Granit hineingeschobener Gebirgsklotz erscheint, und nicht füglich ein gangartiges Vorkommen genannt werden kann; (Karstens Archiv für Bergbau, Bd. 17, Heft 1). — Walchner berichtet ganz ähnliche Erscheinungen aus den Granitregionen des Schwarzwaldes, zwischen Albbruck und Gernsbach, im Murgthale und im Enzthale, wo Granitstöcke vorkommen, welche ringsum von der vorherrschenden Granit-Abänderung eingeschlossen sind, von der sie sich nicht nur durch ihr Gestein, sondern auch öfters durch eigenthümliche Mineralien unterscheiden, die den anderen Granite fehlen; (Handbuch der Geognosie, 1. Aufl. S. 1034).

Was endlich die Gesteinsbeschaffenheit der, in diesem Paragraphen betrachteten granitischen Gebirgsglieder überhaupt betrifft, so lässt sich darüber nur etwa folgende allgemeine Bemerkung geben. Obgleich innerhalb der granitischen Stöcke und Decken der Gesteinshabitus oft auf grosse Strecken sehr gleichartig erscheint, so findet man doch eben so oft mehr oder weniger auffallende Abwechslungen desselben, weshalb denn eine und dieselbe Ablagerung in verschiedenen Regionen sehr verschiedene Varietäten von Granit zeigen kann. Ja, es können sogar wirkliche Granite stellen- und strichweise mit Syeniten oder mit gneissartigen Gesteinen wechseln, ohne dass man deshalb in allen Fällen berechtigt ist, wesentlich verschiedene Formationen vorauszusetzen, wenn auch zuweilen wirklich successive, oder der Zeit nach verschiedene Formationsglieder durch jene Verschiedenheiten der Gesteine angezeigt sein können.

Ganz abgesehen also von denen, durch ihre stockartige oder gangartige Lagerungsform schärfer gesonderten untergeordneten Gebirgsgliedern, findet sich in den grösseren Granitstöcken, eben so wie in den Granitdecken, oft eine grosse Manchfaltigkeit von granitischen Gesteinen, und es wird eine Aufgabe der künftigen Forschung bilden, zu ermitteln, welche Gesetze in der gegenseitigen Begränzung und Vertheilung dieser Varietäten obwalten. G. Rose fand bereits, dass in Schlesien, an der Kamnitz, der Granitit den Granit unterteuft, von welchem er scharf getrennt ist.

Als ein paar ziemlich häufig vorkommende Erscheinungen müssen wir noch erwähnen, dass die granitischen Stöcke unmittelbar an ihren Gränzen und Contacte mit denen sie einschliessenden Gesteinen stellenweise eine fein-

körnige Beschaffenheit ihres Gesteins zeigen oder auch eine flasrige Structur annehmen, und dadurch in gneissartige Gesteine übergehen*).

§. 306. *Fortsetzung; gangförmige Gebirgsglieder von Granit.*

Der Granit erscheint sehr häufig in wirklich gangförmigen Gebirgsgliedern, dergleichen ja auch gewissermaassen als die Wurzeln aller seiner übrigen Lagerungsformen zu betrachten sind**). Diese Granitgänge kommen in allen möglichen Dimensionen vor, weshalb sie bald als mächtige Züge, bald als schmälere Gesteinsstreifen oder als blose Trümer in den sie einschliessenden Gebirgsgliedern hervortreten. Rücksichtlich ihrer Form sind sie ebenfalls sehr verschieden; bisweilen nähern sie sich der Form von Stöcken, wenn sie, bei bedeutender Mächtigkeit, keine sehr grosse Längenausdehnung besitzen; oft treten sie als regelmässige, ebenflächige Parallelmassen auf, welche weithin dasselbe Streichen und Fallen behaupten; nicht selten erscheinen sie als mehr oder weniger gewundene, oder als verzweigte, oder mit Seitenausläufern versehene Gänge; dagegen vereinigen sich bisweilen zwei oder mehre solcher Gänge zu stock- oder klotzförmigen Massen, gleichsam zu grossen knotenartigen Anschwellungen, welche in ihren ganz unregelmässigen Formen sehr auffallende Erscheinungen darbieten können. Auch kommen kleinere, z. Th. seltsam gestaltete gangartige Gebirgsglieder vor, welche scheinbar ringsum isolirt im Nebengesteine enthalten sind, obwohl auch für sie ein Zusammenhang mit wirklichen, abwärts steigenden Granitgängen anzunehmen ist.

Alle diese Bildungen durchschneiden in der Regel die Schichten der angränzenden Gebirgsglieder, oder sie thuen es doch wenigstens stellenweise, wenn sie auch bisweilen, auf grössere oder kleinere Strecken parallel zwischen den Schichten fortlaufend, als Lagergänge ausgebildet sind; was namentlich bei sehr steiler Schichtenstellung der angränzenden Formationen nicht so gar selten vorkommt. Uebrigens senden die grösseren Granitgänge von ihren Gränzen oft kleinere, gangartige Apophysen in das Nebengestein hinaus, oder sie schlagen sich an ihren Enden in mehre Trümer, welche den Charakter solcher Apophysen besitzen.

Das Gestein der Granitgänge erscheint oft durchaus gleichmässig körnig; bisweilen aber ist es feinkörnig an den Salbändern, und grobkörnig in der Mitte, während das Gegentheil seltener vorzukommen scheint; ja, manche Granitgänge erhalten an ihrer Gränze und in ihren Ausläufern eine dichte, felsitische Beschaffenheit, oder werden dort zu förmlichen Felsitporphyren. Endlich umschliessen sie nicht selten Fragmente des Nebengesteines, welche Fragmente in den Gängen der Granite zu den ziemlich häufigen Erscheinungen gehören.

* Vergleiche die Bemerkungen S. 58 und 190.

** So berichtet Carne, dass östlich von Trewavas-head, wo die schönsten und deutlichsten Granitgänge Cornwalls vorkommen, einige dieser Gänge sich nach oben vereinigen, und in eine Granitmasse überzugehen scheinen, welche 40 Fuss mächtig horizontal über dem Schiefer liegt. *Trans. of the geol. soc. of Cornw. II, p, 66.*

Wenn eine sehr grosse Granit-Ablagerung eine recht auffallend hervortretende Längen-Dimension zeigt, so ist wohl meist zu vermuthen, dass sie als ein gangartiges Gebirgsglied, als das Product einer Eruption aus einer und derselben Spalte zu betrachten sei; womit übrigens recht wohl in der Tiefe die Verhältnisse eines typhonischen Stockes, und an den Rändern die Verhältnisse einer übergreifenden Lagerung verbunden sein können. So berichtet Haughton, dass sich in Irland eine, 68 engl. Meilen lange und 8 bis 15 Meilen breite Granitkette, von Booterstown bis Poulmounty, in der Richtung NNO. — SSW. durch das Land zieht; *The Quart. Journ. of the geol. soc. XII*, 1856, *p.* 171 f. Nach Kudernatsch bildet der Granit im Banate die Axe des Gebirges, einen sehr mächtigen gangartigen Zug, welcher sich vom Muntje-Semenik, dem höchsten Puncte, in nordsüdlicher Richtung ausdehnt, und nur in dem Landstriche zwischen dem Münischthale und Nerathale unterbrochen ist, während er weiter südlich durch das Donauthal bis nach Serbien verfolgt werden kann. Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. 23, 1857, S. 39.

Als ein näher liegendes Beispiel eines sehr mächtigen und etwa 1 Meile langen Granitganges ist der Syenitgranitzug zu erwähnen, welcher in Sachsen, auf dem linken Elbufer, aus dem Lockwitzthale über Tronitz bis in das Müglitzthal oberhalb Wesenstein verfolgt werden kann; in seiner nördlichen Hälfte besteht er aus Syenit, in der südlichen Hälfte aus Granit, welcher zuletzt eine fast gneissartige Beschaffenheit annimmt; übrigens streicht er den Schichten der Urschieferformation so nahe parallel, dass er in der That als ein Lagergang betrachtet werden kann, welcher mit der grossen Syenitgranit-Decke des Elbthales in sehr genauer Beziehung stehen dürfte, wie diess sowohl die absolute Identität seines Gesteins, als auch seine nachbarliche Position und die Uebereinstimmung seiner Richtung mit der südwestlichen Gränzlinie jener Decke beweist; (Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, Heft V, S. 88). Von dem 3 Meilen langen Granitgange im Gebiete der Sächsischen Granulitformation ist schon oben (S. 179) die Rede gewesen.

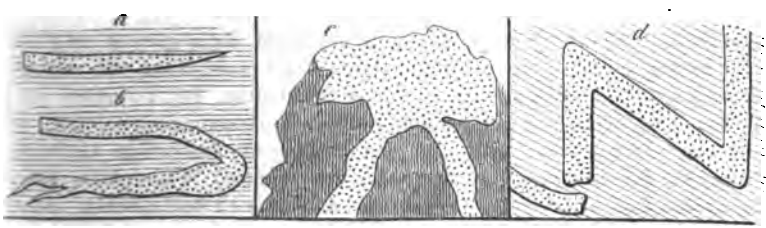
Bisweilen setzen mehre dergleichen mächtige Gänge nahe bei einander in paralleler Richtung auf. So berichtet G. Rose, dass das Schiefergebirge bei Beresowsk von sehr vielen, unter einander ziemlich parallelen Granitgängen durchschnitten werde, welche gewöhnlich 18 bis 20 Lachter mächtig sind, und senkrecht von Norden nach Süden streichen. (Reise nach dem Ural, I, 186 f.) Dasselbe Verhältniss wiederholt sich in einem weit grossartigeren Maassstabe in der Gegend von Katharinenburg, wo der Hauptgranit des Ural in mehren, sehr mächtigen gangartigen Zügen von 2 bis 10 Werst Breite die Urschieferformation, oder das sogenannte metamorphische Gebirge durchsetzt; (ebendas. II, 555).

Ein merkwürdiges System von mächtigen Lagergängen im Thonschiefer beschreibt Weawer aus der Gegend von Arklow in Irland. Die Schieferformation lehnt sich dort in 70 bis 80° geneigten Schichten an die Granitkette, und umschliesst unmittelbar an ihrer Gränze vier Lagergänge von Granit, von denen der erste 11, der zweite 16, der dritte 160, und der vierte 21 Faden mächtig ist; der erste wird vom Hauptdepot des Granites durch eine 8 Faden mächtige Thonschieferzone abgesondert, während zwischen ihm und dem zweiten Granitgange der Thonschiefer auf 149 Faden weit ansteht, dieser zweite und der vierte Gang aber ganz nahe im Liegenden und Hangenden des mächtigsten, dritten Lagerganges auftreten; (*Trans. of the geol. soc. V, p.* 171).

Granitgänge von geringerer Mächtigkeit gehören im Gebiete der Urgneissformation, Urschieferformation und Uebergangsformation zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen, geben sich aber doch dadurch als Dependenzen grösserer Granit-Ablagerungen zu erkennen, dass sie fast immer in der Nachbarschaft derselben vorkommen. Sie sind bald als unzweifelhafte Gänge, bald als Lagergänge ausgebil-

det, und treten bisweilen in solcher Menge und in so dichtem Gedränge auf, dass sie förmliche Geflechte und Netzwerke bilden, indem sie das Nebengestein nach allen Richtungen durchziehen, sich gegenseitig durchkreuzen und anastomosiren.

In welchen seltsamen Formen aber diese Gänge zuweilen ausgebildet sind, dafür haben schon manche Länder recht auffallende Belege geliefert. So beschreibt Boue aus der Gegend von Loucrup in den Pyrenäen Granitgänge im Thonschiefer, welche sich keilförmig nach oben oder nach unten verschmälern, und andere, die plötzlich um das Doppelte oder Dreifache ihrer Mächtigkeit anschwellen, um weiterhin eben so rasch auf ihre anfängliche Mächtigkeit herabzusinken. Weawer sah in Irland bei Glenismaule gangförmige Gebirgsglieder von sehr bizarren Gestalten im Thonschiefer; z. B. einen 15 Fuss langen Lagergang, der sich am einen Ende auskeilt, während er am andern Ende bei ein paar Fuss Mächtigkeit quer abgeschnitten erscheint; (Fig. *a* im nachstehenden Holzschnitte); auch einen anderen, einerseits



Merkwürdige Granitgänge
bei Glenismaule, bei Valorsine, bei Näverdal.

...en so begränzten Lagergang (Fig. *b*), der sich plötzlich umbiegt, und nach der entgegengesetzten Seite rückläufig wird, bis er sich endlich in zwei Trümer zer...t und zu Ende geht; (*Trans. of the geol. soc. V, p.* 158).

Necker-de-Saussure beschreibt aus dem Thale von Valorsine, unter anderen ...her gehörigen Erscheinungen, zwei mächtige Granitgänge, welche, die senk...ten Gneissschichten durchschneidend, sich aufwärts gegen einander neigen, ...d endlich in einer grossen, über 100 Fuss breiten und 60 Fuss hohen, ganz un...lmässig gestalteten Granitmasse vereinigen; (Fig. *c*). Auf Dovrefjeld in Norwe...n, bei Näverdal und Quickne, tritt der Granit ebenfalls in ganz merkwürdigen ...men im Thonschiefer auf; bald lagerartig, bald gangartig, vereinigt bisweilen ... und dieselbe Masse die Regel beider Lagerstätten in sich, indem, was erst als ...r den Schichten parallel lief, auf einmal einen Winkel bildet, und nun als Gang ... Schichten durchschneidet, wie z. B. die in Fig. *d* dargestellte Masse dicht bei ...rdal; (Naumann, Beiträge zur Kenntniss Norwegens, II, S. 314).

Wie aber dergleichen Granitgänge im Gneisse, Glimmerschiefer, Thonschie..., ...auwackenschiefer, Granulite, ja selbst in Kalksteinen (wovon weiter un...) und in anderen geschichteten Gesteinen, so treten sie auch gar nicht selten ...rhalb des Granites selbst auf, und solche Granitgänge im Gra... haben die Aufmerksamkeit der Geologen gar vielfältig in Anspruch genom... Gewöhnlich ist ihr Gestein weit feinkörniger, als dasjenige des sie ...hliessenden Granites; bisweilen findet aber auch das Gegentheil Statt, in... sie entweder durchaus, oder wenigstens in ihrer Mitte aus grobkörnigem, ...selbst aus grosskörnigem Granite bestehen; jedenfalls aber unterscheiden ... sich von ihrem Nebengesteine durch die Grösse des Kornes, durch verschie... Mengung und Färbung, oft auch durch geringere Zerstörbarkeit und bis...en durch accessorische Bestandtheile, unter denen besonders Schörl oder

Turmalin, so wie in den grosskörnigen Varietäten Lithionglimmer und Albit z
erwähnen sind.

Meistentheils sind sie mit ihrem Nebengesteine sehr innig verwachsen
gleichsam verflösst und verschmolzen; doch kommt auch zuweilen eine förm
liche Ablosung vor. In ihren Formen und Dimensionen aber lassen sie ähn
liche Verschiedenheiten wahrnehmen, wie die in anderen Gesteinen aufsetzen
den Granitgänge; sie zeigen daher Mächtigkeiten von mehren hundert Fuss, bi
herab zu wenigen Zoll und darunter; auch kommen sie bald einzeln, bald i
grösserer Anzahl beisammen vor. Fragmente ihres Nebengesteines scheinen s
gar nicht, oder nur äusserst selten zu enthalten.

Dass es wirklich in den meisten Fällen ein feinkörniger Granit ist, w
eher gangförmig innerhalb anderer Granite erscheint, dafür spricht die grosse Meh
zahl der Beobachtungen. So erwähnte schon Voigt einen Gang von sehr feinkörn
gem Granit im grobkörnigen Granite an der Schalleithe, bei Altenstein am Thüri
ger Walde, und Heim gedenkt einiger anderen Vorkommnisse der Art, obwohl
sie nicht für Gänge halten will. Pötzsch beschreibt feinkörnige Granitgänge v
Petersdorf im Riesengebirge, in der Nähe des schönen Wasserfalls, mit dem
Kochel in den Zacken stürzt; sie sind von 1 Linie bis 12 Zoll mächtig, durchschn
den sich unter allen Winkeln, verrücken einander, gabeln sich zum Theil, und v
lieren sich an ihren Enden mit immer abnehmender Breite unvermerkt im grobk
nigen Granite; bei einigen, die 20 bis 30 Fuss Länge haben, könne man an b
den Enden das Verschwinden vollkommen deutlich wahrnehmen; (Bemerkk. u
Beobb. über das Vork. des Granites etc. S. 7). Auch G. Rose bemerkt, dass es
feinkörniger Granit sei, welcher im Centralgranite des Riesengebirges so hä
Gänge bildet. Carne in seinen Abhandlungen über die Cornwaller Granite, so
v. Dechen und v. Oeynhausen bestätigen dasselbe für Cornwall. Auch in Sach
werden der Granit und der Syenit an beiden Elbufern sehr häufig von feinkörn
Granitgängen durchsetzt; ganz dasselbe Verhältniss wiederholt sich in der Gra
partie von Niederbobritzsch bei Freiberg, und in der Carlsbad-Eibenstocker Gra
partie, in welchen dergleichen Gänge mehrfach bekannt sind. Unter anderen
am Kammerberge bei Breitenbrunn ein sehr deutlicher unten 4 Fuss mächti
nach oben schmälerer Gang auf, welcher vom grobkörnigen Granite scharf getre
und seinen Salbändern parallel plattenförmig abgesondert ist; bei Carlsbad a
wo Leopold v. Buch schon im Jahre 1792 zweierlei Granite unterschied, b
Warnsdorff, eben so wie früher bei Marienbad, häufige Gänge feinkörnigen Gra
im grobkörnigen nachgewiesen. Auch bei Heidelberg, im Odenwalde und Schw
walde sind es nach G. Leonhard, Walchner und Merian zunächst feinkörnige G
nite, welche Gänge und Adern im grobkörnigen oder porphyrartigen Granite b

Indessen kommen auch bisweilen Gänge von grosskörnigem Granit
Pegmatit vor, welche jedoch, zufolge den meisten Beobachtungen, jünger z
pflegen, als der feinkörnige Granit, dessen Massen und Gänge sie durchschne
So erwähnt schon Saussüre aus der Gegend von Sémur Gänge eines höchst g
körnigen Granites im kleinkörnigen Granite, als sehr merkwürdige Erscheinun
(*Voy. dans les Alpes*, §. 602). G. Leonhard theilte 1844 die schon früher im J
1831) von seinem Vater angestellten Beobachtungen mit, aus welchen sich er
dass der Granit bei Heidelberg von zweierlei Granitgängen, nämlich von feink
gen und von grosskörnigen durchsetzt wird, wobei sich die letzteren als die
sten ergeben, weil sie die ersteren durchschneiden. (Beitr. zur Geol. der G
von Heidelberg, S. 4 f.) Kapp erklärte schon im Jahre 1834, nach Analogie



Heidelberger Vorkommnisse, den grosskörnigen, in Gängen auftretenden Granit von Carlsbad für den jüngsten der dortigen Gegend; (Neues Jahrb. 1834, S. 254 und 266). Diess ist später durch v. Warnsdorff bestätigt worden, welcher unter anderen beistehendes Bild einer am sogenannten Böhmischen Sitze aufragenden Felswand mitgetheilt und beschrieben hat. Der grobkörnige Granit (1) ruht dort auf dem (jüngeren) feinkörnigen Granite (2), welcher letztere, fast parallel der schiefen Gränzfläche, von einer 1 bis 2 Fuss mächtigen Lage grosskörnigen Granites (3) durchsetzt wird, die einen Ausläufer quer durch den feinkörnigen bis in den grobkörnigen Granit hinauftreibt; (Neues Jahrb. für Min. 1846, S. 394). Aehnliche Bilder theilt Peters aus der Granitregion Oberösterreichs mit, wo auch die Beschaffenheit und die Altersfolge der drei Granite dieselbe ist; (Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1853, S. 249 f.).

Indessen berechtigen diese und ähnliche Erscheinungen durchaus nicht zu der Folgerung, dass die Grösse des Kornes allein ein Unterscheidungsmittel für das gegenseitige Alter der Granite abgebe. Cotta beschreibt einen Fall aus der Gegend zwischen Falkenau und Altsattel in Böhmen, wo ein feinkörniger Granitgang einen grobkörnigen Gang durchschneidet, während beide in einem mittelkörnigen Granite aufsetzen, (Neues Jahrb. 1840, S. 326), und G. Rose berichtet, dass die im Centralgranite des Riesengebirges aufsetzenden Gänge von feinkörnigem Granit in ihrer Mitte oft drusig und äusserst grobkörnig werden, indem der Quarz und der Feldspath in grossen Massen ausgebildet sind, welche für Glas- und Porcellanfabriken gewonnen werden; (Poggend. Ann. Bd. 56, S. 623). Auch ist es ja eine in vielen Granitgängen vorkommende Erscheinung, dass sie an ihren Salbändern feinkörniger sind, als in der Mitte; wie diess auch v. Dechen und v. Oeynhausen an mehren, im Granite aufsetzenden Granitgängen Cornwalls, z. B. bei Mousehole und Tolfedn-Penwith, beobachtet haben.

Uebrigens sind auch die oben (I, 558) aus der Gegend von Chanteloube, Vilate u. a. Orten Frankreichs erwähnten Gänge eines grosskörnigen Granites, den Alluaud den *granite gigantesque* nennt, eben so wie die durch ihre schönen Mineral-Einschlüsse bekannten Gänge der Insel Elba, welche nach Krantz meist im dortigen feinkörnigen Granite aufsetzen, als Beispiele von solchen Granitgängen im Granit zu erwähnen, welche grobkörniger als ihr Nebengestein sind; (Krantz in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 15, 1841, S. 388 und 398).

Nur selten zeigen diese Granitgänge eine so gleichartige petrographische Beschaffenheit mit dem sie einschliessenden Granite, dass sie fast nur in Folge der Verwitterung sichtbar werden, indem sie, etwas schwerer zerstörbar als ihr Nebengestein, auf der Oberfläche desselben wie Leisten hervorragen. Dergleichen kleine Granitgänge kommen z. B. in den Pyrenäen vor, von wo sie schon Ramond (*Voy. au M. Perdu*, 1801, *p.* 24) aus der Gegend von Néouvielle, dann Charpentier und später Alluaud aus der Gegend von Cauterets beschrieben hat. Sie sind meist 4 bis 5 Meter lang, 6 bis 7 Centimeter stark, stehen 3 bis 4 Centimeter hervor, und finden sich gewöhnlich in grösserer Anzahl beisammen, indem sie zwei, sich schiefwinkelig schneidende Systeme von parallelen Gängen, und daher auf der Oberfläche ein Netz mit rhombischen Maschen bilden. (*Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *I*, 1844, 178 ff.) Angelot, welcher noch vor Alluaud die Aufmerksamkeit wieder auf diese Gänge gelenkt hatte, sagt, dass sie doch etwas feinkörniger als ihr Nebengestein seien.

Die Entstehung dieser Granitgänge im Granit, sowie ihr eigentliches Verhältniss zum Nebengesteine ist auf verschiedene Weise erklärt worden. Die richtigste Ansicht dürfte wohl die sein, welche Charpentier aufstellte, dass

sie als Spaltengänge zu betrachten sind, welche sich sogleich oder doch sehr bald nach der Erstarrung des sie einschliessenden Granites bildeten, als noch granitisches Material zu ihrer Ausfüllung vorhanden war; (*Essai sur la const. géogn. des Pyr.* 1823, *p.* 158). Dieselbe Ansicht ist auch später von De-la-Beche, Bronn, G. Bischof und Angelot ausgesprochen worden, und dürfte sich wohl gegenwärtig des Beifalls der meisten Geologen zu erfreuen haben. Ihr zufolge würden also diese Gänge Injectionen von granitischem Material sein, welches, abstammend von dem noch flüssigen Granite der Tiefe, in die Spalten des oberen, bereits erstarrten Granites eingepresst wurde. Daher sind denn wohl auch diese Gänge nur als etwas jüngere Formationsglieder, gleichsam als Nachgeburten derselben Granitformation zu betrachten, in deren Bereiche sie vorkommen. Dasselbe möchte auch von den Stöcken und Kuppen des feinkörnigen Granites anzunehmen sein, welche so oft innerhalb grösserer Ablagerungen des grobkörnigen Granites auftreten.

Man hat sie auch oft für gleichzeitige Ausscheidungen oder Concretionen des umgebenden Granites gehalten, und dieselbe Ansicht sogar für die im Schiefer und in anderen Gesteinen aufsetzenden granitischen Gänge und Apophysen geltend zu machen gesucht. Auf diese letzteren kommen wir weiter unten zu sprechen; wie wenig aber jene Ansicht auch für die im Granite aufsetzenden Granitgänge gerechtfertigt sei, diess ergiebt sich daraus, dass sie bisweilen eine sehr scharfe, sogar mit Rutschflächen versehene Ablosung, oder auch ein förmliches Besteg, d. h. an ihren Salbändern eine fremdartige Einfassung zeigen, dass sie nicht selten eine symmetrische, nach der Mitte hin immer grobkörnigere, oder wohl gar drusige Structur erkennen lassen; und dass man in seltenen Fällen sogar beobachtet hat, wie sie durch eingeschlossene Schieferfragmente hindurch, oder in den äusseren Schiefer hinaus laufen, ohne ihre Beschaffenheit zu ändern.

Eines Falles der ersten Art gedenkt Hitchcock von Williamsburgh in Massachusetts, wo sowohl der grobe Granit, als auch ein in ihm enthaltenes, grosses Glimmerschieferfragment von einem 15 Zoll mächtigen Granitgange durchschnitten wird (*Rep. on the Geol. of Mass. p.* 486 und Fig. 21). Für den zweiten Fall erwähnt Carne ein Beispiel von Carn-Silver, unweit Rosemodris in Cornwall, wo ein feinkörniger Granitgang aus dem groben Granite heraus in den Schiefer verfolgt werden kann; (*Trans. of the geol. soc. of Cornwall, II, p.* 70). Beide Fälle liefern wohl evidente Beweise für die Posteriorität der Granitgänge im Granite. Auch haben v. Dechen und v. Oeynhausen am Vorgebirge Tol-Pedn-Penwith in Cornwall einen solchen 3 bis 4 Zoll mächtigen Granitgang beobachtet, welcher in einem von ihm ablaufenden Trume das Nebengestein so scharf durchschneidet, dass die grossen Feldspathkrystalle desselben getheilt, und in ihren beiden Hälften wohl ¼ Z. weit verworfen erscheinen; was in der That als ein mathematischer Beweis gegen die gleichzeitige Bildung dieser Granitgänge zu betrachten ist; (Karstens Archiv f. Bergbau, Bd. 17, S. 28).

Noch erwähnen wir die Ansicht Saussüre's, dass diese Gänge durch wässerige Infiltration, die Ansicht Ramond's, dass sie durch eine etwas frühere Erstarrung innerhalb der Masse ihres Nebengesteins gebildet worden seien, sowie endlich die Hypothese Alluaud's, dass sie da, wo sie, bei fast gleicher Beschaffenheit mit dem Nebengesteine, wie blose Leisten auf der Oberfläche desselben hervortreten (wie bei Cauterets), nur als Ausfüllungen analoger Vertiefungen eines präexistirenden, aber jetzt nicht mehr vorhandenen Gesteines zu betrachten seien.

Wenn es als erwiesen gelten kann, dass die Granitadern im Granite über-
haupt als Injections-Producte zu betrachten sind, so lässt sich auch erwarten,
dass die zugleich, d. h. durch denselben Act der Injection gebildeten
Gänge da, wo sie einander begegnen und kreuzen, in stetigem Zusammen-
hange stehen, und keine gegenseitigen Durchsetzungen zeigen werden. Diese
Voraussetzung wird auch durch die Beobachtung vollkommen bestätigt. Dage-
gen müssen die successiv, d. h. durch verschiedene, auf einander folgende
...ctionen gebildeten Gänge an ihren Kreuzungspuncten Durchsetzungen
hervorbringen, aus deren Verhältnissen, nach der oben, S. 60 mitgetheilten
Regel auf ihr relatives Alter geschlossen werden kann; wobei es übrigens
gleichgiltig ist, ob die Durchsetzung mit einer Verwerfung verbunden ist, oder
nicht. Nach dieser Regel hat man nicht nur erkannt, dass im Granite zuweilen
Granitgänge von zweierlei verschiedenem Alter vorkommen, wie diess bereits
...n, bei Erwähnung der grosskörnigen Granitgänge, bemerkt wurde, sondern
...n hat sogar in einigen Fällen dreierlei successive Granitgänge im Granite
...achtet, welche Fälle daher überhaupt auf vier verschiedene Acte der
...ption schliessen lassen.

Hitchcock erwähnt ein Beispiel dieser Art von West-Hampton in Massachusetts,
wo ein 20 Fuss grosser Granitblock von mehren Granitadern dergestalt durchsetzt
wird, dass die gegenseitigen Durchsetzungsverhältnisse derselben drei successive
Injectionen zu beweisen scheinen; dem mitgetheilten Bilde zufolge finden jedoch
...gleich Verwerfungen Statt, welche gerade diesen Fall etwas zweifelhaft erschei-
...n lassen, obwohl die Sache an und für sich gar nicht unmöglich ist; (*Rep. on
... Geol. of Mass. p.* 488 und Fig. 25). Ganz unzweifelhaft ist ein anderer von ihm
...schriebener Fall, aus der Gegend von Whately, wo jedoch das vorherrschende
...stein Syenit ist; der Syenit wird nämlich zuvörderst von einem zollstarken fein-
...nigen Granitgange, dieser von einem fussmächtigen grobkörnigen Gange, und
...ser letztere von einem dritten eben so mächtigen Granitgange durchschnitten;
...l. p. 458).

§. 307. *Apophysen granitischer Ablagerungen.*

Unmittelbar an die gangartigen Gebirgsglieder schliessen sich jene
...würdigen, von den granitischen Stöcken und Gängen in das Nebengestein
...aufenden Apophysen (I, 870) an, die sich nach ihrer Form und Bildungs-
...füglich mit Wurzeln vergleichen lassen, welche, mit unwiderstehlicher
...t hinausgetrieben, für diese Stöcke und Gänge eine so innige Verknüpfung
... Verflechtung mit ihrem Nebengesteine bewirkt haben, wie sie nur für
...tämme durch ihre Wurzeln mit dem Erdboden hervorgebracht wird.
... so wie die Wurzeln eines Baumes mit dessen Stamme nur einen Körper
...n, eben so bilden auch diese Apophysen einen einzigen, stetig zusammen-
...nden Körper mit derjenigen grösseren Granitmasse, von welcher sie aus-
...n. Es ist diess ein Verhältniss, auf welches schon Hutton ein ganz vorzüg-
... Gewicht legte.

Solche wurzelartige Ausläufer sind wohl mit zuerst von Saussüre erwähnt wor-
..., der schon im Jahre 1776 bei Lyon Granitadern in der Nähe der dortigen Gra-
...itbrüche beobachtete (*Voy. dans les Alpes, II,* §. 601), und vier Jahre später

aus der Gegend von Valorsine, im dortigen Hornfels, wo dieser dem Granite am nächsten ansteht, Spalten beschrieb, die mit Granit erfüllt sind; (*des fentes, remplies d'un granit, qui s'etoit formé et moulé dans leur intérieur; ibidem* §. 599). Noch später erwähnte er von der Sennhütte de la Para, unweit der Aiguille du Midi ein Granitlager, dessen benachbarte Schichten Adern desselben Granites umschliessen, welche jedoch allmälig weniger deutlich werden, je mehr sie sich von dem Granitlager entfernen; (*ibidem, III*, §. 676).

Aber erst seit dem Jahre 1788, nachdem Hutton die merkwürdigen Erscheinungen beschrieben hatte, welche auf der Insel Arran und in Galloway an der Gränze granitischer Ablagerungen vorliegen, wurden die granitischen Apophysen nach ihrer ganzen Wichtigkeit erkannt, und von Hutton selbst zur Begründung der einzigen naturgemässen Theorie der Granitbildung benutzt. Fast gleichzeitig (1789) erwähnte Lasius die am Harze aus dem Granite in den Hornfels setzenden Granitadern, und in der Folgezeit sind ähnliche Gebilde in so vielen Gegenden beobachtet worden, dass diese Ramificationen der Granite gegenwärtig zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen gerechnet werden müssen.

Die Formen dieser Apophysen sind äusserst manchfaltig; bald erscheinen sie als mehr oder weniger langgestreckte Keile, bald als gerade oder gewundene Parallelmassen, bald als dergleichen Trümer. Die grösseren, plattenförmig gestalteten Apophysen schliessen sich so unmittelbar an die Gänge an, dass sie geradezu als kurze, von einer grösseren Granitmasse auslaufende Gänge zu betrachten sind*). Ihren Dimensionen nach sind die Apophysen ebenfalls sehr verschieden; einige lassen sich bis auf viele hundert Fuss Abstand von der Granitgränze verfolgen, während andere nur wenige Fuss weit hinausgreifen; die Mächtigkeit aber, welche bei den keilförmig gestalteten Massen an ihrer Basis mehre hundert Fuss erreichen kann, beträgt in den plattenförmigen Ausläufern gewöhnlich nur einige Fuss oder Zoll, und kann in den kleineren Bildungen dieser Art bis auf wenige Linien herabsinken.

Ganz wunderbar gestaltete Granit-Apophysen beschrieb Macculloch aus Glent[illegible] in Schottland, wo sie namentlich im Kalksteine sehr bizarre Formen annehmen. Noch deutlicher und auffallender wiederholen sich nach Macculloch dieselben Erscheinungen an der Gränze des Granites und Schiefers, am Loch Etive in Argyllshire. Zu den merkwürdigsten Gestalten aber dürften wohl diejenigen gehören, welche Hitchcock in dem glimmerreichen Kalksteine von Colrain in Massachusetts beobachtete; dort laufen 1 bis 2 Zoll starke Granitadern in wahrhaft mäandrischen Windungen wie geschlängelte Bänder durch den Kalkstein hin; (*Rep. on the Ge[illegible] of Mass. p.* 501 und Fig. 47 u. 48).

Manche Apophysen bilden auch Ramificationen, so dass sie mehr Aeste und Zweige unterscheiden lassen, welche theils geradlinig, theils krummlinig verlaufen, und im letzteren Falle nicht selten anastomisiren, oder sich gegenseitig zu kreuzen und zu verwerfen scheinen; doch lassen sie immer einen stetigen Zusammenhang erkennen. Wohl aber kommt es vor, dass sie nach ihrer Bildung Durchsetzungen und Verwerfungen von jüngeren Gangbildungen, z. B. von Quarzgängen, erlitten haben. Auch hat man an einigen Granitad[illegible]

*) So wie umgekehrt viele Granitgänge nur seitliche oder aufwärts gerichtete Apophysen von Granitmassen sind, mit welchen ihr Zusammenhang nicht blosgelegt oder n[illegible] nachzuweisen ist.

solche Verwerfungen beobachtet, welche durch eine spätere Verschiebung oder Senkung der Schichten des Nebengesteins hervorgebracht worden sind, wofür schon Saussüre ein Beispiel aus Valorsine anführt; (*Voy. dans les Alpes, II,* §. 599).

Fast alle Granit-Apophysen verschmälern sich in ihrem weiteren Verlaufe, und gehen in der Regel durch Auskeilung zu Ende, was bei den schmalen plattenförmigen Trümern bisweilen in einem so feinen Maassstabe geschieht, dass ihre äussersten Enden in ganz dünne Lamellen auslaufen. Ueberhaupt tragen die plattenförmigen Ausläufer so ganz entschieden alle Merkmale von Spalten-Ausfüllungen, dass an der Wirklichkeit dieser, schon von Saussüre erkannten Entstehungsweise derselben gar nicht gezweifelt werden kann. Nur selten lassen sie an ihren Enden Anschwellungen, oder auch eine Vereinigung zu grösseren, nest- oder klotzförmigen Massen erkennen; kleinere Apophysen ragen aber bisweilen in einer solchen Weise entblöst vor, dass sie wie völlig abgetrennte Granitnester im Nebengesteine erscheinen.

Beispiele von Auskeilungen der Granitadern in ganz dünnen Lamellen erwähnen unter Anderen Hutton, Playfair und James Hall von vielen Puncten Schottlands, sowie Macculloch aus dem Glentilt daselbst (*Trans. of the geol. soc. III, p.* 267), wo er auch des Vorkommens von scheinbar isolirten Granitnestern im Kalksteine gedenkt, *presenting rather the aspect of detached lumps and irregular processes, than of veins.* Aehnliche isolirte Granitnester erwähnt Macculloch von der Granit-Schiefer-Gränze am Loch Rannoch in Argyllshire. Auch Hoffmann sah am Harze, am Rehberger Graben äusserst fein auslaufende Granitadern; (Uebersicht der orogr. und geogn. Verh. des NW. Deutschl. S. 398).

Ueber das Vorkommen der Granit-Apophysen lässt sich im Allgemeinen nur sagen, dass sie bald einzeln, bald in geringerer oder grösserer Anzahl beisammen auftreten, während sie auch oft auf grosse Strecken vermisst werden. Besonders an solchen Stellen, wo Granitstöcke mit untergreifender Lagerung ausgebildet, und also gänzlich oder theilweise vom Nebengesteine bedeckt sind, da pflegen die Apophysen sehr zahlreich aufzutreten, da wird dieses Nebengestein oft von förmlichen Geflechten und Netzwerken granitischer Adern durchzogen, bei deren Anblick man sich unwillkürlich an die gewaltsamen Angriffe erinnert fühlt, welche das granitische Material auf das ihm Widerstand leistende Nebengestein ausgeübt hat.

Solche Netzwerke sah z. B. Hutton am Goatfield auf der Insel Arran, Macculloch im Glentilt, an der Gränze des Thonschiefers und Kalksteins gegen den unterliegenden Granit, welcher letztere die beiden ersteren Gesteine in den wunderbarsten Formen durchflochten hat*); desgleichen auf den Inseln Tirey und Coll, wo der Gneiss hier und da von einer solchen Menge sich vielfach kreuzender und verzweigender Granitadern durchzogen wird, dass er stellenweise fast verdrängt erscheint; und am Berge Cruachan in Argyllshire, wo die Erscheinungen sogar noch auffallender sein sollen, als im Glentilt. Nach Forbes wird am Polmear-Cliff in Cornwall der Schiefer von zahllosen Granitgängen durchzogen, unter denen sich zwei, von 12 und 20 Zoll Mächtigkeit, kreuzen und scheinbar um 4 Fuss verwerfen; ähnliche Erscheinungen wiederholen sich an den Zennor-Cliffs, an der Whitsand-Bay unweit

* Vergl. die Holzschnitte im 1. Bde. S. 921.

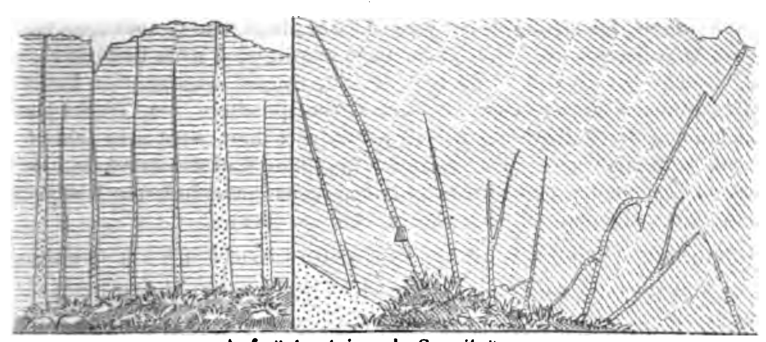
Landsend, bei Mousehole, Rosemodris und an sehr vielen anderen Puncten in Cornwall. Auch auf der Insel Elba kommen nach Hoffmann dergleichen Geflechte von Granitgängen vor; so namentlich längs der Küste von Porto-Longone bis zum Capo Calamita, ganz vorzüglich aber am Monte-di-Riparte, wo ein wahres Gewimmel von Granitgängen entblöst ist, die sich schleppen, scharen, kreuzen und verwerfen. Derselbe Beobachter sah auf Sicilien, an der Punta-della-Figurella im Glimmerschiefer viele Granitgänge, welche, gross und klein, ein vielfach verzweigtes, von zahlreichen Verschiebungen, Zerreissungen und Verwerfungen betroffenes Geäder bilden; (Geognost. Beobb. auf einer Reise durch Italien etc. S. 37 f. und S. 351). Ich selbst sah zwischen Christiania und Drammen, nämlich bei Gjellebäck und Tufte, wo der Granit in den Kalkstein ramificirt, sehr merkwürdige und zum Theil so ins Kleine gehende Verflechtungen beider Gesteine, dass man Handstücke schlagen kann, in welchen sich mehre durch den Kalkstein hinschwärmende Granitadern zugleich finden. (Beiträge zur Kenntniss Norwegens, I, S. 31 f.) Und so liessen sich noch viele andere Beispiele solcher Durchflechtungen des Nebengesteins mit Granitadern anführen, welche überhaupt an der Gränze sehr vieler Granitstöcke vorauszusetzen sind, obwohl sie nicht überall entblöst vorliegen.

Die Richtung, in welcher die Granit-Apophysen auslaufen, hängt einestheils von der Lagerung des Nebengesteins, anderntheils von der Lage der granitischen Gränzflächen ab. Fallen diese letzteren steil in die Tiefe, und liegt der Granit überhaupt mehr neben, als unter dem angränzenden Schiefergebirge, so werden seine Gänge und Ausläufer seitwärts in dasselbe hinausdringen; wogegen sie da, wo das Schiefergebirge dem Granite aufliegt, als verticale oder doch steil aufwärts steigende, und sich nach oben auskeilende Gänge erscheinen können. Obgleich übrigens die Apophysen aller Art die Schichten des Nebengesteins gewöhnlich durchschneiden, so haben sie doch auch nicht selten auf ziemliche Distanzen einen der Schichtung parallelen Verlauf, und erscheinen dann als Lagergänge, oder auch als schmale, bisweilen in mehrfacher Wiederholung mit den Schichten abwechselnde Granitlagen; auch geben mitunter von transversalen Gängen seitliche Verzweigungen aus, welche auf den Schichtungsfugen des Nebengesteins eingedrungen sind.

Aufsteigende, und sich nach oben auskeilende Granitgänge, auf deren Vorkommen schon Hutton ein besonderes Gewicht legte, sind in Schottland und Cornwall mehrorts beobachtet worden; so unter anderen sehr schön in Carnsilver-Cove bei Rosemodris, wo an einer 250 Fuss hohen Wand von Schiefer (Killas) mehre, 2 bis 6 Zoll mächtige Gänge aus dem tiefer liegenden Granite heraufdringen und sich fast sämmtlich auskeilen, lange bevor sie die Höhe der Felswand erreichen, wie es das nachstehende, aus v. Dechens und v. Oeynhausens Abhandlung entlehnte Bild zeigt, in welchem linker Hand der Eingang eines Versuchsortes zu sehen ist, das auf einem dieser Gänge betrieben worden ist.

In einem kleineren Maassstabe, aber mit grösserer Regelmässigkeit, ist eine ganz ähnliche Erscheinung an den sogenannten Seilthüren, bei Auerhammer unweit Schwarzenberg in Sachsen ausgebildet. Die Felswand besteht aus einem Mittelgesteine zwischen Gneiss und Glimmerschiefer, dessen Schichten 20 bis 25° in West einschiessen; die Granitgänge sind vertical, und scheinen einander ungefähr parallel zu streichen, nehmen von unten nach oben an Mächtigkeit ab, und spitzen sich endlich aus, wie es nachstehendes, von Otto Freiesleben aufgenommenes Bild darstellt.

Mehrfache Abwechslungen von lagerähnlichen Granitbändern mit Schiefer



Aufwärts steigende Granitgänge
an den Seilthüren, in Carnsilver-Cove.

Quarzit, und sogar mit Kalkstein beschrieb Macculloch aus Glentilt in Schottland. Hawkins berichtet, dass an der Cornwaller Küste bei Porthleven viele Granitlagen von 1 Zoll bis 10 Fuss Stärke mit dem Schiefer regelmässig abwechseln, und fügt hinzu, dass Thomas, in der Erläuterung zu seiner Charte über den grossen Bergwerksdistrict Cornwalls, bemerkte, wie daselbst in vielen, dicht an den Granitgränzen liegenden Gruben Wechsellagerungen von Granit und Schiefer zu beobachten seien. (*Trans. of the geol. soc. of Cornwall, II, p.* 380 f.) Aehnliche Erscheinungen beschreibt Gumprecht von der Granitgränze bei Eule in Böhmen, wo am rechten Ufer der Sazawa Granit und Thonschiefer mehrfach, in 20 und mehre Fuss mächtigen Massen mit einander abwechseln, sowie von Rzinkau, wo der Schiefer neben der steilen Granitgränze 9 bis 10 schmale Granitstreifen enthält; (Karstens Archiv, X 1837, S. 510 und 533).

Was die **Verknüpfung** zwischen den Granit-Apophysen und dem Nebengesteine betrifft, so findet bald eine sehr innige Verschmelzung und Verflössung, bald eine scharfe Demarcation bei fester Verwachsung, bisweilen aber auch eine förmliche Ablosung, und selbst eine bestegartige Zwischenbildung Statt. Zuweilen erscheint die Parallelstructur des unmittelbar angränzenden Nebengesteins gestört, gewaltsam umgebogen, gestaucht, oder aufgeklafft. Auch enthalten die grösseren Apophysen gar nicht selten **Fragmente** des Nebengesteins, derselben auch in den Granitstöcken gewöhnlich da besonders häufig zu sein pflegen, wo sie an ihren Gränzen in das Nebengestein ramificiren. Endlich haben die Apophysen zuweilen auffallende Metamorphosen des angränzenden Nebengesteins hervorgebracht.

Besonders im Granite, Gneisse, Granulite und in anderen feldspathreichen Gesteinen kommt oft eine sehr innige Verschmelzung der Granitadern mit dem Nebengesteine vor. Dagegen bemerkte Berger, dass sich in Cornwall der Schiefer gewöhnlich durch einen Hammerschlag vom Granite ablösen lasse, was er als einen Beweis betrachtete, dass keine Penetration, sondern blose Juxtaposition beider Gesteinsmassen Statt gefunden habe, indem er sehr treffend hinzusetzte: *as if one had been moulded in the crevices of the other,* obgleich er damals noch die Präexistenz des Schiefers zu bezweifeln geneigt war; (*Trans. of the geol. soc. I, p.* 145). Die vorhin erwähnten Granitgänge an den Seilthüren werden gewöhnlich an beiden Salbändern durch daselbst angehäuften Quarz von ihrem Nebengesteine abgesondert. Die Fragmente des Nebengesteins führte schon Playfair als einen Beweis gegen die Ansicht an, dass die Granitadern durch Infiltration gebildet worden seien, weil man nicht begreife, wie sie in die Spalten gelangen und daselbst suspendirt

bleiben konnten, bis sie durch die vom Wasser abgesetzte Granitmasse umschlossen wurden; (*Explication etc.* 226). Sehr merkwürdig sind nach Hoffmann die Granitgänge, welche bei Gojosa in Sicilien den im Gneiss eingelagerten Kalkstein nach vielen Richtungen durchsetzen; an den Contactpuncten, wo Verschiebungen und Zerknickungen der Kalkschichten Statt gefunden haben, sieht man sehr oft ein Salband von stumpfeckigen, über einander gerollten Kalksteinbrocken; auch eingeschlossene Fragmente des lichtblaulichgrauen ganz unveränderten Kalksteins fehlen nicht in diesen Gängen; (Geogn. Beobb. etc. S. 352).

Endlich haben wir noch die Gesteinsbeschaffenheit der Granit-Apophysen in Betrachtung zu ziehen. Die mächtigeren unter ihnen bestehen oft wesentlich aus derselben Gesteins-Varietät, wie diejenige Granit-Ablagerung, von welcher sie abstammen; und selbst die schmalen, gang- und trumförmigen Ausläufer zeigen bisweilen keine sehr auffallende Veränderung des Gesteinshabitus. In solchen Fällen pflegt nur die, schon mehrfach erwähnte Erscheinung vorzukommen, dass das Gestein an den Salbändern auffallend feinkörniger ist als in der Mitte, oder auch, jedoch weit seltener, das Gegentheil. — Gar häufig aber lassen namentlich die kleineren Apophysen in ihrer ganzen Mächtigkeit eine fortwährende Verfeinerung des Kornes erkennen, je mehr sie sich von der granitischen Hauptmasse entfernen; was bisweilen so weit geht, dass sie zuletzt mit einem dichten, felsitartigen Gesteine zu Ende gehen. Mit dieser Verfeinerung des Kornes ist aber auch nicht selten eine Veränderung in der Zusammensetzung des Gesteins verbunden, indem anfangs der Glimmer, weiterhin auch der Feldspath zurücktritt, so dass solche granitische Adern in ihrem Verlaufe ganz allmälig aus vollkommenem Granite, durch ein aus Quarz und Feldspath bestehendes Gemeng, in Felsit, und endlich in Hornstein oder Quarz übergehen, mit welchem sie sich auskeilen*). Nur selten erscheinen auch die kleinen Granitadern sehr grobkörnig, wie z. B. nach Boué bei Portsoy in Schottland.

Diese merkwürdigen Verhältnisse sind offenbar mit der analogen Erscheinung verwandt, dass auch bisweilen grössere Granitmassen und isolirte Granitgänge an ihren Gränz- und Contactflächen einer Verfeinerung und Verdichtung unterliegen. Sie werden übrigens aus verschiedenen Gegenden erwähnt. So berichtet Macculloch in seiner classischen Abhandlung über Glentilt, dass die daselbst in dem Kalkstein und Schiefer interferirenden Granitadern, so lange sie noch einen Zoll dick sind, als Granit oder Syenit erscheinen, dass sie aber bei weiterer Verdünnung in ein feinkörniges, und endlich in ein ganz dichtes Gemeng von Quarz und Feldspath übergehen, worin selbst das Vergrösserungsglas die Individuen nicht mehr unterscheiden lasse; die Erscheinung sei gar nicht ungewöhnlich, und unter vielen anderen Orten auch am Corpach-Bassin des Caledonischen Canals zu beobachten.

Auf der Insel Arran tritt südöstlich von Loch-Ranza aus dem Thonschiefer e[illegible]

*) Die bisweilen beobachtete Erscheinung, dass Granitadern zuletzt in Serpentin [illegible] Steatit übergehen, beruht wohl jedenfalls auf einer späteren Umwandlung des granitischen Gesteins in solche Magnesia-Silicate. So hat Cotta beobachtet, wie die schon durch Marzari Pencati bekannt gewordenen Serpentingänge im Marmor von Predazzo aus dem dortigen Granite entspringen (Geol. Briefe aus den Alpen, S. 197), wodurch denn Marzari's Angabe [illegible] Uebergängen dieses Granites in Serpentin vollkommen bestätigt wird.

Granitkuppe hervor, deren Gestein mit jenem von Goatfield ganz identisch ist; die aufliegenden Schiefer werden von zahlreichen Granitadern durchzogen, von welchen Necker-de-Saussüre bemerkt, dass sie anfangs allemal grobkörnig und völlig einerlei mit dem Gesteine der Hauptmasse sind, dann aber immer feinkörniger, und zuletzt fast dicht werden; gleichzeitig verliert sich erst der Glimmer, dann der Feldspath, bis das äusserste, spitze Ende jeder Ader nur aus dichtem Quarz besteht; die Adern sind mehre Fuss lang und am Anfange einen Zoll bis einen Fuss stark, keilen sich aber alle scharf aus. (*Voy. en Ecosse, II, p.* 49 f.) Diese Beobachtungen bestätigt Boué, indem er ein zweites Beispiel von Garviemore im Thale von Drummond hinzufügt, wo im Glimmerschiefer drei grosse, 15 bis 16 Fuss mächtige, einander parallele Granitgänge aufsetzen, zwischen denen zahllose kleinere Gänge nach allen Richtungen verlaufen; die grossen Gänge führen grobkörnigen Granit, die kleineren ein feinkörniges Gemeng aus Feldspath und Quarz, in ihren äussersten Enden aber blos Quarz; einige zeigen fast nur Quarz und Glimmer; (*Essai géol. sur l'Ecosse, p.* 61). Auch Hoffmann sah bei Messina im Gneisse zahlreiche Granitgänge, die sich z. Th. netzförmig verzweigen, und dabei immer feinkörniger werden bis zum Unkenntlichen. Derselbe treffliche Beobachter theilte schon früher ganz ähnliche Wahrnehmungen mit, welche er am Rehberger Graben, südlich vom Brocken gemacht hatte, wo sich der Granit in eine aufliegende Hornfelspartie verzweigt. Carne stellte es in einer Abhandlung über die Cornwaller Gänge als eine allgemeine Regel auf, dass der Granit der auslaufenden Gänge von dem des Hauptkörpers verschieden ist; er sei viel feinkörniger, halte viel mehr Quarz, aber sehr wenig, ja bisweilen gar keinen Glimmer. — Doch giebt es auch Ausnahmen von dieser Regel; wie denn z. B. nach Macculloch die zahllosen Granitadern am Loch Rannoch in ihrer ganzen Ausdehnung eine unveränderte Beschaffenheit erkennen lassen.

Ueber die Ausbildungsweise dieser Granit-Apophysen dürften wohl jetzt die meisten Geologen einverstanden sein. Sie sind offenbar Injectionsgebilde, entstanden durch Einpressung des noch flüssigen granitischen Materials in die Spalten und Risse des Nebengesteins, wie solche bei der gewaltsamen Emportreibung und Ablagerung desselben nothwendig gebildet werden mussten. Daher kommen sie auch am zahlreichsten in denjenigen Gneiss- und Schiefermassen vor, welche vom Granite in untergreifender Lagerung getragen und gestützt werden. — Jedenfalls aber sind sie jünger als ihr Nebengestein, und gleich alt mit demjenigen Granitkörper, von welchem sie wirklich auslaufen. Das Letztere ist wohl auch niemals ernstlich bezweifelt worden; in Betreff des Nebengesteins aber wurde nicht selten die Ansicht verfochten, dass sie gleichzeitig mit selbigem gebildet worden seien; ja, Berger hat für die Cornwaller Vorkommnisse sogar die Meinung ausgesprochen, dass der Granit sammt seinen Apophysen früher existirte, und erst später vom Schiefer bedeckt worden sei.

Diese letztere Meinung verdient wohl, wie Humphry Davy schon 1818 sagte, gar keine Widerlegung. Was aber die früher, z. B. von Weawer (1819), Forbes (1822), Hitchcock (noch 1823), Martini (1829), Boase (1832) und Mohs behauptete Ansicht von der Gleichzeitigkeit des Granites und seiner Apophysen mit dem Nebengesteine betrifft, so mag es genügen, auf die schon von Hutton und Playfair hervorgehobenen Gegengründe zu verweisen, welche in der durchgreifenden Lagerung dieser Apophysen und in dem Vorkommen von Fragmenten des Nebengesteins gegeben sind. Aber auch ihre materiellen Verhältnisse spre-

chen dagegen, wie Macculloch bemerkt; denn, wenn die Granitadern wirklich mit ihrem Nebengesteine zugleich entstandene Ausscheidungen desselben wären, so würde es wahrhaftig ganz unbegreiflich sein, wie eine und dieselbe Granitader welche einestheils durch Thonschiefer oder Gneiss, und anderntheils durch Kalkstein hindurchsetzt, innerhalb so ganz verschiedener Gesteine genau dieselbe mineralische Zusammensetzung, Textur und Beschaffenheit erhalten konnte. Für jeden vorurtheilsfreien Beobachter wird unbedingt jener Ausspruch Davy's Giltigkeit haben, dass jede Granitader in einer Spalte desjenigen Gesteins gebildet wurde, in welchem sie vorkommt, und dass sie folglich jünger ist, als ihr Nebengestein. Die Art und Weise der Ausfüllung dieser Spalten ist aber schon im Jahre 1780 von Saussüre sehr treffend in den oben, S. 234 citirten Worten ausgedrückt worden. Die von Keilhau und später auch von G. Bischof aufgestellte Ansicht endlich, dass die Granitadern durch eine, längs gewisser Flächen eingetretene Umwandlung ihres Nebengesteins gebildet worden seien, findet schon in der vorhin erwähnten Thatsache ihre vollständige Widerlegung, dass sie bisweilen durch die verschiedensten Gesteine, wie z. B. durch Thonschiefer und Kalkstein mit völlig unveränderten Eigenschaften hindurchsetzen. Auch sprechen dagegen die geotektonischen Verhältnisse derjenigen grösseren Granitmassen, deren letzte Ausläufer jene Granitadern sind, und an deren eruptiver Bildung durchaus nicht gezweifelt werden kann.

§. 308. *Syenit als selbständige Bildung; Epidosit und Miascit.*

Der Syenit (I, 561) ist ein krystallinisch körniges Gestein, welches in seinen charakteristischen Varietäten wesentlich aus Orthoklas, etwas Oligoklas und Hornblende besteht, neben denen aber auch oft Quarz und Magnesiaglimmer als Bestandtheile auftreten; von accessorischen Bestandtheilen sind besonders Titanit, Pistazit und Magneteisenerz als ziemlich allgemein verbreitete zu nennen, während der Zirkon nur in einzelnen Gegenden bekannt ist, wo er die sogenannten Zirkonsyenite bildet; dasselbe gilt wohl auch vom Apatit und von mancherlei anderen mineralischen Accessorien, wie solche namentlich in dem schönen Syenite des südlichen Norwegen bekannt sind, welcher übrigens fast nur aus Orthoklas und Hornblende (oder Arfvedsonit) besteht. Der Pistazit erscheint weit häufiger in der Form von accessorischen Bestandmassen, denn als eigentlicher Bestandtheil des Gesteins.

Dass der triklinische Feldspath wirklich Oligoklas sei, diess ist durch G. Rose bestimmt ausgesprochen worden, (Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 3[illegible]); auch vermuthet er, dass der von Delesse im Syenite der Vogesen nachgewiesene Andesin nur ein etwas zersetzter Oligoklas sein dürfte, weil die Interpretation, welche Delesse für seine Analysen geltend gemacht, auf der Annahme des polymeren Isomorphismus beruht, und weil die specifische Selbständigkeit des Andesin selbst noch etwas zweifelhaft ist *). Der Magnesiaglimmer hat meist eine sehr dunkle schwärzlichgrüne Farbe, und pflegt zumal in denjenigen Varietäten, welche auch Quarz enthalten, häufiger aufzutreten, ja wohl bisweilen die Hornblende gänzlich

*) G. Rose vereinigt auch die sogenannten Syenitporphyre der Gegend von Altenberg und Geissing mit dem Syenite; wenn diess vielleicht für die wirklich hornblendehaltigen Varietäten jener Porphyre vom petrographischen Standpuncte aus gerechtfertigt sein mag, so bezweifeln wir doch, dass sie auch geognostisch als Varietäten des Syenites gelten können.

zu verdrängen. Während der Norwegische Syenit wesentlich nur aus Orthoklas und arfvedsonitähnlicher Hornblende besteht*), so giebt es andere Syenite, in welchen die Hornblende dermaassen zurücktritt, dass das Gestein fast nur von Feldspath und Quarz gebildet wird; wie in Norfolk und Plymouth in Massachusetts, wo nach Hitchcock zuletzt ein bloses Aggregat von fleisch- bis blutrothem Feldspath und Quarz übrig bleibt. — Der Syenit von Carlingfort in Irland besteht nach Haughton aus Anorthit und Hornblende; der erstere hat vollkommen die Zusammensetzung des vesuvischen Anorthites; beide Bestandtheile sind in schwankenden Verhältnissen vorhanden, und bilden ein bald grobkörniges, bald feinkörniges Gestein, welches bisweilen in reines Hornblendgestein übergeht. *The Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 12, 1856, *p.* 196 ff. Vielleicht ist dieses Gestein richtiger mit dem Diorite zu vereinigen.

Dass unter den accessorischen Bestandtheilen besonders der Titanit, wenn auch nur in kleinen und sporadischen Krystallen auftretend, eine sehr gewöhnliche Erscheinung bildet, diess beweisen die Beobachtungen fast aus allen Ländern, wo Syenit vorkommt. In der Gegend von Grossenhain in Sachsen ist er nach Gumprecht bisweilen sehr reichlich vorhanden, (Neues Jahrb. für Min. 1842, S. 836); dasselbe scheint auch bei Blansko in Mähren der Fall zu sein, wo Reichenbach einen besonderen Titanit-Syenit unterscheidet. Zirkon scheint besonders in den sehr grob- und grosskörnigen Varietäten aufzutreten, wie bei Laurvig, Frederiksvärn und Brevig in Norwegen; auch ist es bekannt, dass sich die genannten Localitäten noch durch das Vorkommen vieler anderer Mineralien auszeichnen, als: Apatit, Eukolith, Pyrochlor, Polymygnit, auch Thorit, Leukophan, Mosandrit, Wöhlerit, und von wasserhaltigen Silicaten Spreustein und Analcim; (Scheerer, Neues Jahrb. 1843, S. 641). Ueberhaupt sind nach Hausmann in diesem Norwegischem Zirkonsyenite schon an 50 verschiedene Mineralien, darunter 34 Silicate und zwar 13 wasserhaltige, als accessorische Bestandtheile oder Bestandmassen nachgewiesen worden. (Hausmann, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 24, 1851, S. 581.) Ueber die mancherlei Accessorien des Syenites im plauenschen Grunde bei Dresden gab Zschau interessante Mittheilungen im Neuen Jahrb. für Min. 1852, S. 652 ff. — Unter den accessorischen Bestandmassen sind besonders die von Pistazit gebildeten feinen Trümer und Adern zu erwähnen, welche aber nur selten aus deutlich krystallisirtem, meist aus dichtem Pistazit bestehen und in dieser Form den Syenit oft nach allen Richtungen durchschwärmen; auch die Klüfte des Gesteins sind nicht selten mit einem glatten striemigen Ueberzuge von dichtem Pistazit versehen, und erhalten dadurch das Ansehen von Rutschflächen. Ausserdem kommen gar nicht selten feinkörnige, durch reichliche Anhäufung der Hornblende dunkel gefärbte Concretionen vor, welche wohl bisweilen irrigerweise für eingeschlossene Fragmente oder Geschiebe gehalten worden sind.

Die Structur des Syenites ist wesentlich eine körnige, durchaus richtungslose; meist mittelkörnig und grobkörnig, bisweilen auch grosskörnig und feinkörnig; doch kann das Gestein eine recht deutliche Parallelstructur erhalten, wenn die Orthoklas-Individuen tafelartig ausgebildet sind, oder wenn

---

* Neulich hat jedoch Bergemann gezeigt, dass im Norwegischen Zirkonsyenite, ausser beiden hauptsächlichen Bestandtheilen Orthoklas und Hornblende, noch häufig ein anderer Feldspath enthalten ist, welcher eine mehr gelbliche oder bräunliche Farbe, einen anderen Glanz der klinodiagonalen Spaltungsfläche, das spec. Gewicht 2,726 besitzt und [illegible]ent Ceroxyd enthält. Bergemann folgert aus seinen Analysen, dass dieser Feldspath ein natronreicher Orthoklas sei, welcher mit einem wasserhaltigen Ceroxydulsilicate (vielleicht Orthit) sowie mit etwas kohlensaurem Kalke gemengt ist. Poggend. Ann. Bd. 105, 1858, [illegible] f.

den Glimmer reichlicher vorhanden ist. Auch besitzt der Syenit zuweilen eine gestreifte oder gebänderte Structur, indem schmale Zonen des Gesteins, in welchen bald die Hornblende bald der Feldspath vorwaltet, mit einander abwechseln; treten dergleichen Zonen einzeln auf, so erscheinen sie fast wie kleine Gänge. Sind in dem gleichmässigkörnigen Gesteine auffallend grössere Feldspathkrystalle eingewachsen, so erhält es eine porphyrartige Structur.

Im Plauenschen Grunde bei Dresden, bei Robschütz im Triebischthale und am Ullern-Aasen bei Christiania ist die, durch parallele Ablagerung der tafelförmigen Orthoklas-Individuen oder Zwillinge hervorgebrachte Parallelstructur recht deutlich zu beobachten; im Odenwalde aber sind die glimmerhaltigen Varietäten bisweilen flaserig und schiefrig ausgebildet, weshalb Bronn sagt, der Syenit habe dort seinen Gneiss, so gut wie der Granit, ja, auf der Seite nach Hessen-Darmstadt zu könne man das Gestein sehr bezeichnend Syenitschiefer nennen; (*Gaea Heidelbergensis, p.* 32). Die gestreifte Structur hat schon Heim am Syenite von Brotterode am Thüringer Walde hervorgehoben; G. Rose gedenkt ihrer an einem titanit- und zirkonhaltigen Syenite von Turgojaskaja am Ilmensee, und Phillips machte auf das sehr häufige Vorkommen dieser Structur im Syenite der Malvernhills aufmerksam, indem er solche ganz richtig als eine bei der ursprünglichen Erstarrung des Gesteins zur Ausbildung gebrachte Erscheinung betrachtet; (*Mem. of the Geol. survey of Great Brit. II,* 1, *p.* 45). — Porphyrartig, durch 1 bis 2 Zoll grosse Orthoklaskrystalle, wird der Syenit besonders in den schon quarz- und glimmerhaltigen Varietäten; so im Triebischthale bei Meissen, bei Mehlis am Thüringer Walde, am Ballon d'Alsace, Ballon de Servance, und an anderen Kuppen der Vogesen, wo diese *granites syenitiques* z. Th. prächtige Gesteine bilden, aus denen auf dem Werk von la Mouline Vasen, Säulen u. a. Gegenstände geschliffen werden.

Uebergänge zeigt der Syenit besonders häufig in Granit, sie werden fast aus allen Ländern erwähnt, wo beide Gesteine neben einander vorkommen, und scheinen sehr oft durch porphyrartige Varietäten vermittelt zu werden, in welchen Glimmer und Hornblende zugleich, nebst Quarz und zollgrossen Orthoklaskrystallen auftreten. Durch das Zurücktreten und endliche Verschwinden der Hornblende, bei gleichzeitigem Eintreten von Quarz, bilden sich Uebergänge in granitische Gesteine aus, die nur aus Feldspath und Quarz bestehen; (Massachusetts und Blansko in Mähren). Auch finden sich Uebergänge in Porphyr, welche durch eine fortwährende Verfeinerung des Kornes und ein endliches Dichtwerden der Hauptmasse des Gesteins bedingt werden, während einzelne Feldspathkrystalle von grösseren Dimensionen eingesprengt sind.

Ueberhaupt aber scheinen es nur gewisse Granitformationen zu sein, welche eine solche Verwandtschaft und Association mit dem Syenite zeigen; die über grosse Landstriche porphyrartig ausgebildeten und häufig schörlführenden, so wie die von Greisen oder Schörlfels begleiteten Granite scheinen niemals mit wirklichen Syeniten verbunden zu sein. Noch sind die, an den Gränz- und Contactflächen, sowie in den Apophysen zuweilen vorkommenden Uebergänge des Syenits in Porphyr und porphyrähnliche Gesteine zu erwähnen. Nach Leopold v. Buch's, Keilhau's, Kjerulf's und meinen eigenen Beobachtungen finden sich dergleichen Uebergänge gar nicht selten in dem Syenitgebiete des südlichen Norwegens (*Gaea Norv. I, p.* 493). Für solche Vorkommnisse gilt die Bemerkung v. Buch's: »der Porphyr ist nur ein bis zur höchsten Feinkörnigkeit zusammengesunkener Syenit, und dieser ein in seine Gemengtheile bis zur sichtbaren Grösse aus einander gezogener Porphyr;« (Reise durch Norwegen, I, S. 139).

Der Syenit ist in der Regel eben so wenig geschichtet, als der Granit, zeigt aber, wie dieser, nicht selten eine bankförmige Absonderung, welche allerdings in denjenigen Fällen, wo eine gleichsinnige Parallelstructur des Gesteins gegeben ist, für eine Art von Schichtung genommen werden kann. Am häufigsten kommt die unregelmässig polyëdrische, bisweilen eine pfeilerförmige und plattenförmige, sehr selten eine säulenförmige oder kugelige Absonderung vor.

Auf der kleinen Insel Ailsa bildet nach Macculloch ein aus weissem Feldspath, Quarz und wenig Hornblende bestehender Syenit herrliche Colonnaden, deren Säulen über 6 Fuss dick und an 400 Fuss hoch sind, (*Descr. of the Western Isl. II, p.* 193); wogegen nach Hitchcock bei Northampton in Massachusetts recht schöne, aber nur einige Zoll starke Syenitsäulen vorkommen.

Der Verwitterung unterliegt der Syenit oft noch leichter, als der Granit; er zeigt dabei die Erscheinung der concentrisch schaligen Exfoliation, und zerfällt sich zu einem groben Gruse, in welchem runde Blöcke des noch unzersetzten Gesteines wie Geschiebe stecken. Bei weiter fortgehender Zerrüttung zerfällt das Gestein zu einem gelben, durch Quarzkörner sandigen Lehm, indem es zur Kaolinbildung nicht geeignet zu sein scheint. Manche Varietäten widerstehen jedoch der Verwitterung sehr standhaft.

Die Oberfläche vieler Syenit-Ablagerungen ist daher oft mit einer mächtigen Lage von feldspathigem Sande und Gruse bedeckt, welche, wenn sie durch infiltrirten Kalk oder durch Eisenoxydhydrat cämentirt wird, einen regenerirten Syenit bildet.

Von fremdartigen Einschlüssen sind besonders Fragmente anderer Gesteine zu erwähnen, welche zuweilen im Syenite, gerade so wie im Granite, von aller Art, Form und Grösse, bald einzeln bald zahlreich beisammen vorkommen, obwohl sie auch häufig in grossen Districten gänzlich vermisst werden. — Dagegen dürften wohl manche Erzlagerstätten, wie z. B. die Magneteisenerzmassen, welche bei Vesser im Thüringer Walde, bei Hackedal und Hurdal in Norwegen, und in einigen anderen Gegenden im Syenite bekannt sind, als eigenthümliche, ihm wesentlich zugehörige Bildungen zu betrachten sein.

Im Allgemeinen gilt von den ersteren Einschlüssen Dasselbe, was oben S. 203 f. von denen im Granite vorkommenden Fragmenten gesagt worden ist. Ein interessantes Beispiel von grosser Anhäufung derselben und von einer dadurch bewirkten conglomeratähnlichen Ausbildung des Syenites beschrieb Hitchcock zuerst im Jahre 1823 und später 1833 von Hatfield, Whately und anderen Orten in Connecticut und Massachusetts; der Syenit enthält dort zahlreiche, abgerundete, bis 8 Zoll grosse Geschiebe von Hornblendschiefer, Glimmerschiefer und Quarzit, welche stellenweise so zusammengedrängt über einander liegen, dass das ganze Gestein wie ein Puddingstein erscheint. (*Report on the Geol. of Mass. p.* 454.) Nach Boué zeigt der Syenit der Insel Arran eine ähnliche Erscheinung, indem er oft eckige und rundliche Diabaspartieen umschliesst, welche, wenn sie zahlreich beisammen vorkommen, dem Gesteine das Ansehen einer Breccie ertheilen; indessen erklärte Boué diese Einschlüsse für Concretionen, was sie auch möglicherweise sein können; (*Essai géol. sur l'Ecosse, p.* 20).

Dass übrigens diese fragmentaren Einschlüsse bisweilen in sehr grossen Dimensionen auftreten, diess beweist der Syenit der Gegend von Moritzburg in Sachsen, welcher nach Cotta 7 bis 8 grosse insularische Gneisspartieen umschliesst, deren

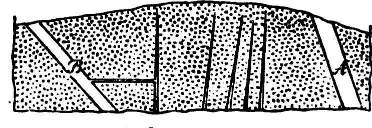
Gestalt und gegenseitige Structur sie nur für colossale Fragmente erklären läss
(Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft 5, S. 410). Eben so dürften wo
auch die von Reichenbach als untergeordnete Lager des Syenites von Blansko b
trachteten Talkschiefer- und Thonschiefermassen zu deuten sein, wie denn au
Phillips die ähnlichen gneissartigen und hornblendschieferartigen Einschlüsse i
Syenite der Malvernhills auf diese Weise interpretirt. Ganz entschieden gilt ab
wohl dieselbe Deutung von dem kleinen, bei Zitzschewig unweit Dresden, im Sy
nite eingeschlossenen Kalksteinlager, welches im Hangenden und Liegenden
Hornblendschiefer verläuft und einzelne Trümer von Kalkstein in das Nebengeste
aussendet, sowie von den körnigen Kalksteinmassen, welche nach Martini der Sy
nit von Szaszka im Banate umschliesst, und von den unregelmässigen Kalksteinpa
tieen, welche Hitchcock aus dem Syenite von Stoneham und Newbury in Ma
sachusetts beschreibt; (a. a. O. p. 312).

Für die bei Vesser im Thüringer Walde unter dem Namen des schwarzen Kru
bekannte Magneteisenerz-Lagerstätte ist aber durch die Untersuchungen von Kr
v. Nidda (Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 11, S. 14 f.) und Credner (Poggen
Ann. Bd. 79, S. 146) die schon von Heim ausgesprochene Behauptung vollkomm
erwiesen worden, »dass sowohl die Gangart als die Erzart zur Gebirgsart gehört
Dasselbe gilt nach Keihau von den oben genannten Nordischen Magneteisenerzb
dungen, und wohl auch von denen, welche Featherstonhaugh aus der Syenitke
in Arkansas erwähnt, wo z. B. 100 Meilen von Neu-Madrid ein 1900 F. langer u
500 F. breiter Stock von Magneteisenerz im Syenite eingeschlossen ist; (*Geol. R*
of the elevated country betw. the Missouri and Red River, 1835, *p.* 51 und 63

Gänge von Syenit im Syenit sind eine ziemlich seltene Erscheinung; d
gegen wird der Syenit sehr häufig von Granitgängen durchsetzt, welc
Gänge da, wo Syenit und Granit nur als Theile einer und derselben grösser
Ablagerung auftreten, wie z. B. in Sachsen an beiden Elbufern, genau aus de
selben feinkörnigen und glimmerarmen Granit-Varietät zu bestehen pfleg
wie die im benachbarten Granite aufsetzenden Gänge. Diese Gesteins-Identi
der Granitgänge, mögen nun dieselben im Granite oder im Syenite aufsetz
ist wohl als ein entscheidender Beweis gegen die Ansicht zu betrachten, d
solche Gänge gleichzeitige Concretionen oder Secretionen mit ihrem Nebeng
steine sind.

Hausmann erwähnt aus der Gegend von Laurvig Gänge von feinkörnigem Z
konsyenit im grobkörnigen, welche schmal, ziemlich scharf begränzt und re
mässig gestaltet sind, desungeachtet aber nicht als Spaltenausfüllungen zu betra
ten sein sollen; (Reise durch Scand. II, S. 106). G. Leonhard dagegen sah
Odenwalde, am Geyersberge unweit Hemsbach, im dortigen porphyrartigen Sye
einen viertehalb Fuss mächtigen, sehr feinkörnigen Syenitgang, welcher Bruchst
des ersteren umschliesst; (Geogn. Skizze des Grossh. Baden, S. 22). G. Bi
beobachtete bei Schönberg an der Bergstrasse sehr deutliche Gänge und Adern
nes feinkörnigen Syenites im grobkörnigen Syenite; sie durchschwärmen das N
bengestein nach allen Richtungen so zahlreich, dass ihre Masse oft überwieg
wird. »Als ich diese Syenitfelsen sah, da wurde in mir der Glaube an die plut
sche Entstehung dieses Gesteins zuerst erschüttert.« Lehrb. der chem. Geol. II, S.
Ueber die zahlreichen Granitgänge im Syenite der Gegend von Meissen
Moritzburg, welche oft ziemlich unregelmässige Formen haben, an ihrem Neb
gesteine aber immer sehr scharf abschneiden, sind im 5. Hefte der Geognost. Bes
des Königr. Sachsen S. 126 f. und S. 409 f. ausführliche Mittheilungen gegeb
worden. Besonders interessant ist der obere Steinbruch bei Naustadt unweit Meiss

wo von einem mächtigeren Gange der Art 5 kleinere, sich nach oben auskeilende Gänge vertical aufsteigen, deren einer durch ein horizontales Trum mit dem Hauptgange in Verbindung steht; der Gang *A* ist 6, der Gang *B* 2 Fuss mächtig; beide führen zum Theil ein weisses lettiges Besteg, während die kleineren Gänge zu einer ähnlichen, fast schiefrigen Masse zersetzt sind.



Aehnliche Granitgänge kommen auch in anderen Syenitregionen vor. So berichtet z. B. Hitchcock, wie in Massachusetts, zwischen Belchertown und Ludlow, der Syenit von so zahlreichen Granitgängen durchsetzt wird, dass er in lauter polyëdrische Körper zerstückelt erscheint; der bei Whately vorkommenden Erscheinung, wo im Syenite dreierlei verschiedene Granitgänge aufsetzen, ist schon oben S. 233 gedacht worden. Als einer Merkwürdigkeit gedenkt Hitchcock noch eines Falles, wo zwei, fast parallele Granitadern von einem ganzen Systeme paralleler Pistazittrümer durchschnitten, und von jedem Trume um etwas verworfen werden.

Was endlich die Lagerungsformen des Syenites betrifft, so sind solche im Allgemeinen ganz dieselben, wie wir sie am Granite kennen gelernt haben. Der Syenit bildet daher gleichfalls theils typhonische oder keilförmige Stöcke, theils deckenartige Ablagerungen, theils mehr oder weniger mächtige Gänge und gangähnliche Züge. Es kann wohl an dieser Identität der Lagerungsformen um so weniger gezweifelt werden, weil ja die Syenit-Ablagerungen in den meisten Fällen nur integrirende Theile von Granit-Ablagerungen sind, in welche sie durch allmälige oder rasche Uebergänge verlaufen, und weil es immer am Ende so ziemlich ein und dasselbe, nur unter verschiedenen Umständen erstarrte Material sein dürfte, welches hier als Granit, und dort als Syenit ausgebildet worden ist. An den Gränzen der Syenit-Ablagerungen lassen sich daher auch ähnliche Apophysen und Verband-Verhältnisse erwarten, wie solche so häufig an den Granitgränzen zu beobachten sind.

So scheinen die Syenite der Insel Skye in der Form von typhonischen Stöcken aufzutreten, und im Glentilt ramificirt der Syenit ganz auf dieselbe Weise in den angränzenden Kalkstein und Schiefer, wie der Granit, mit welchem er ja auch dort nur eine und dieselbe Ablagerung bildet. Aehnliche Ramificationen bildet der Syenit des Ullern-Aasen unweit Christiania im dortigen Schiefer; dabei wird er immer feinkörniger und zuletzt felsitähnlich; (*Gaea Norv. I, p.* 53). Eben so dürfte der Syenit der Vogesen in mächtigen Stöcken abgelagert sein, welche vom Windsteine bis zum Ballon de Giromagny, in der Richtung NNO. nach SSW. hinter einander liegen, und zum Theil im Granite selbst aufragen, weshalb Fournet sie für etwas jüngere Bildungen erklärt, indem er sich zugleich auf eine Beobachtung von Voltz, über das Vorkommen von Syenitgängen im Granite, beruft; (*Bull. de la soc. géol. 2. série, IV,* 224). Dagegen hebt Daubrée es hervor, dass im Champ-du-Feu und in den südlichen Vogesen Syenit und Granit zu einer und derselben Bildung gehören; (*Descr. min. et géol. du dép. du Bas-Rhin, p.* 30). Die grosse Syenitpartie von Brünn in Mähren, welche von Boskowitz über Brünn und Blansko bis Kienitz eine Länge von 10 Meilen, und in ihrer Mitte, bei Brünn selbst, eine Breite von 2 Meilen hat, ist wahrscheinlich als ein mächtiger, nach beiden Enden keilförmig zugespitzter Stock zu betrachten. Auch im Banate, bei Oravicza, Dognacska, Szaszka und Moldawa, bildet nach Martini der Syenit langgestreckte Stöcke von z. Th. mehren tausend Fuss Mächtigkeit, welche grossentheils mit Kalkstein in Contact stehen, und

an ihren Gränzen von merkwürdigen Granat- und Erzlagerstätten begleitet werden (Leonh. Min. Taschenb. für 1823, S. 532 ff.) Kudernatsch betrachtet diese Stöcke als mächtige Syenitgänge, welche dem Zuge des Centralgranites parallel streichen wahre Spaltengänge sind, und die Kalksteine der Jura- und der Kreideformation in grossen Maassstabe metamorphosirt haben. (Sitzungsber. der Wiener Akad. B. 23 1857, S. 66 f.). Dagegen scheint der Syenit des Elbthales, bei Dresden, Meissen und Moritzburg, nur den westlichen Theil der grossen Granitdecke zu bilden welche sich von dort aus bis nach Görlitz verfolgen lässt; gerade so, wie der mächtige Lagergang von Tronitz (S. 228) in seiner westlichen Hälfte aus ganz charakteristischem Syenite besteht. Bei Bois-de-la-Roche unweit Morlaix liegen nach Omalius d'Halloy mehre Lagergänge von Syenit regelmässig im Thonschiefer.

Der Epidosit (I, 569) scheint theils mit dem Granite, theils mit dem Syenite in einer sehr nahen geognostischen Verbindung zu stehen; denn, obwohl die auf der Insel Elba bekannten Vorkommnisse grossentheils mit Serpentin vergesellschaftet sein sollen, so bemerkt Pilla doch, dass sie auch oft mit dem Granite verbunden sind, während in Mähren der Epidosit eine sehr bestimmte Association zu dem dortigen Syenite erkennen lässt.

Auf Elba ist es nach Pilla ein dunkelgrünes, sehr festes und meist mit variolitischer Structur versehenes Gestein, auf dessen Klüften und Drusenräumen die beiden wesentlichen Bestandtheile Quarz und Pistazit deutlich hervortreten, sowie auch mehrorts, wie z. B. an der Punta della Stella, das Gemeng aus diesen beiden Mineralien sehr bestimmt zu erkennen ist. Von accessorischen Bestandtheilen erwähnt Pilla Granat, von accessorischen Bestandmassen Epidot- und Kalkspathadern, und von Uebergängen solche in Ophiolith oder Serpentin; auch bemerkt er, dass dasselbe Gestein auf dem Festlande gleichfalls, nämlich bei Campiglia in Toskana auftritt.

Der Mährische Epidosit ist nach Reichenbach ein apfelgrünes, sehr feinkörniges und inniges Gemeng aus Quarz und Pistazit, welches eine selbständige, nahe an der Gränze des dortigen Syenitgebietes hinlaufende Zone bildet.

Was endlich den Miascit betrifft, so verweisen wir wegen seiner petrographischen Verhältnisse auf Dasjenige, was im ersten Bande S. 564 gesagt worden ist. G. Rose, dem wir die Kenntniss dieses Gesteins verdanken, bemerkt, dass sich dasselbe von Miask aus sehr weit nach Norden verbreitet, dass es an seiner westlichen Gränze, gegen den Gneiss, z. Th. eine flasrige Structur annimmt, während es auf der Ostseite, wo es an Granit angränzt, den Eläolith verliert, dafür Hornblende mit sehr wenig Quarz aufnimmt, und sonach eine syenitartige Natur entwickelt, durch welche es wahrscheinlich unmittelbar in den Granit übergehen mag. Nach Rose sind im Miascite bereits 29 verschiedene Mineralien als accessorische Bestandtheile nachgewiesen worden.

§. 309. *Einwirkungen der Granite und Syenite auf ihr Nebengestein; Metamorphismus und Contactgebilde.*

Das Material der Granite und Syenite hat bei seiner Eruption und Ablagerung sehr gewaltsame mechanische Angriffe nicht nur auf die Erdkruste überhaupt, sondern auch ganz vorzüglich auf diejenigen obersten Massen derselben ausgeübt, welche das für uns sichtbare Nebengestein jener Gesteine bilden.

Obwohl es gewiss ist, dass viele Granitablagerungen, zugleich mit denen sie einschliessenden Formationsgliedern, erst durch spätere Angriffe des Erdinnern in ihr jetziges Niveau hinaufgedrängt wurden, so ist es doch eben so wenig zu bezweifeln, dass viele Anschwellungen der Erdoberfläche, und dass die gegenwärtigen Lagerungsverhältnisse vieler und grosser Districte der Urgneiss-, Urschiefer- und Uebergangsformation wesentlich durch granitische Eruptionen, oder doch durch den *nisus eruptivus* verursacht worden sind, welcher solchen Eruptionen vorausgegangen sein muss. Die Zerspaltungen der Erdkruste, für welche die Granitgänge und die steil abfallenden Gränzflächen der typhonischen Granitstöcke so augenscheinliche Beweise liefern; die grossartigen Zertrümmerungen und vielfältigen Zerstückelungen, von welchen die gigantischen Fragmente und die zahlreichen kleineren Bruchstücke des Nebengesteins so unwiderlegliches Zeugniss ablegen; die Aufrichtungen und Verwerfungen ganzer Schichtensysteme von vielen tausend Fuss Mächtigkeit, und die Empordrängungen gewaltiger Massen der Erdkruste über ihr früheres Niveau; endlich die gewaltsamen Injectionen des granitischen Materials in die feinsten Verzweigungen der das Nebengestein nach allen Richtungen zersprengenden Klüfte und Risse; diess Alles sind Erscheinungen, welche als eben so viele schlagende Beweise für die ungeheueren mechanischen Effecte jener abyssodynamischen Potenzen gelten müssen, durch welche die Granite und Syenite aus ihrer unterirdischen Heimath zu Tage gefördert worden sind.

Das im Granitgneisse des Riesengebirges liegende mächtige Glimmerschiefer Lager, welches sich von Voigtsdorf bei Warmbrunn über Flinsberg bis nach Raspenau bei Friedland erstreckt, lässt nach G. Rose, wie im Queisthale, so fast in allen Querthälern grossartige Verwerfungen erkennen, welche natürlich auch den einschliessenden Gneiss betroffen haben, und durch den südlich angränzenden Granit bei seiner Eruption verursacht worden sind; (Monatsberichte der Berliner Akad. 1856, S. 447).

Dass freilich dort, wo das bereits an die Oberfläche ergossene granitische Material ohne Hinderniss zur Ausbreitung gelangte, fast ungestörte Auflagerungen und höchstens nur abwärts gerichtete Apophysen zu beobachten sein werden, diess liegt in der Natur der Sache.

So sind z. B., ausser den oben S. 223 f. erwähnten Ueberlagerungen, die Erscheinungen im Mährisch-Schlesischen Gebirge zu erklären, wo der Glimmerschiefer in der Linie von Gross-Tschisnay über Lischnay nach Jauernik vom Granite bedeckt wird, welcher ihm sehr deutlich aufgelagert ist. Besonders im Kalkbruche von Gross-Tschisnay lässt sich diess gut beobachten; der Glimmerschiefer trägt zunächst ein 20 F. mächtiges Kalksteinlager, auf welches der Granit folgt, dessen Auflagerungsfläche, eben so wie die Schichtung der angränzenden Gesteine, 70° in NW. fällt; bei Jauernik liegt der Granit meist unmittelbar auf Glimmerschiefer; allein im dortigen alten Kalkbruche wird er von selbigem gleichfalls durch Kalkstein getrennt, in welchen sich unregelmässige Massen von Granit hineinziehen. Auch die grosse Syenitmasse östlich von Glatz liegt auf dem Glimmerschiefer; (Zobel und v. Carnall, in Karstens Archiv, III, S. 31 ff.) Weniger regelmässig ist die Auflagerung des Granites auf den Schiefern im Müglitzthale, zwischen Dresden und Pirna; hier bilden die vertical aufgerichteten Schiefer eine steil abfallende, scharf ausgeprägte Fläche, an welcher die senkrechten Schichtenköpfe zu wiederholten Malen

in keilförmigen Massen aufragen, über und zwischen welchen der Granit zur Ablagerung gelangt ist. Bei Brevig, Porsgrund, Skeen und anderen Orten in Norwegen sieht man deutlich, wie der Zirkonsyenit auf den Schichten der Silurischen Formation aufliegt; dasselbe findet bei Idre in Dalarne Statt, wo der gleichfalls zirkonhaltige Syenit dem Fjällsandsteine aufgelagert ist. An solchen und ähnlichen Auflagerungspuncten des Granites und Syenites sind keine auffallenden Beweise jener mechanischen Kraftäusserungen zu erwarten, deren Effecte sich dort so unverkennbar offenbaren, wo diese Gesteine mit durchgreifender oder untergreifender Lagerung ausgebildet sind.

Allein es waren nicht nur gewaltige mechanische Angriffe, es waren auch sehr tief eingreifende chemische Einwirkungen, welche die Granite und Syenite auf ihr Nebengestein ausgeübt haben. Diess beweisen jene merkwürdigen Metamorphosen, durch welche graue, dichte Kalksteine in weissen, körnigen Marmor, bisweilen auch in Allochroit (Norwegen), durch welche gewöhnliche Thonschiefer in Fleckschiefer, Knotenschiefer, Chiastolithschiefer, Glimmerschiefer und Cornubianit, durch welche Glimmerschiefer in Gneiss, Grauwacke in sehr krystallinischen feldspathreichen Psammit, und Grauwackenschiefer in Hornfels umgewandelt worden sind; Metamorphosen, über welche bereits im ersten Bande S. 750—758, sowie im gegenwärtigen Bande S. 171—174 das Erforderliche gesagt worden ist, weshalb wir hier nicht nochmals auf dieselben zurückzukommen brauchen; um so weniger, als auch schon oben gelegentlich bemerkt wurde, dass sich diese Wirkungen des Metamorphismus ganz besonders ausgezeichnet in der Umgebung typhonischer Stöcke und längs der eigentlichen Eruptionslinien der Granite und Syenite zu erkennen geben, wogegen sie natürlich da nur in sehr geringem Grade hervortreten werden, wo sich diese Gesteine über anderen ausgebreitet haben.

Dass alle diese Metamorphosen bei ziemlich hoher Temperatur und starkem Drucke, unter Mitwirkung des Wassers hervorgebracht wurden, dafür sprechen die Experimente von Daubrée und die mikroskopischen Untersuchungen von Sorby. Der Druck bildete jedenfalls einen sehr wichtigen Coëfficienten bei dergleichen Operationen, weil ohne ihn die starke Ueberhitzung des Wassers nicht Statt finden konnte.

Zu denen, wenigstens mittelbar durch die Granite und Syenite veranlassten Producten der Gebirgswelt dürften auch jene Ablagerungen von Mineralien und Erzen zu rechnen sein, welche nicht selten im Contacte dieser beiden Gesteine mit anderen Gesteinen, besonders aber mit Kalksteinen angetroffen werden. An der Gränze der Granite und Syenite gegen den Kalkstein finden sich nämlich in letzterem gar nicht selten gewisse Mineralien ein, welche zum Theil als Silicate von Kalkerde zu betrachten sind; dahin gehören Wollastonit, Granat, Allochroit, Vesuvian, Gehlenit, Amphibol, Epidot und Pyroxen, bisweilen auch Spinell, Glimmer, Flussspath und andere Mineralien, welche theils nur in kleineren Partieen, in Trümern, Nestern und Drusen, theils in grösseren Massen zur Ausbildung gelangt sind. Ganz auf ähnliche Weise, und meist in Begleitung der vorigen, erscheinen aber auch zuweilen Erze, besonders Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Eisenkies, Magneteisenerz und andere metallische Mineralien, welche, wenn sie in grösseren Massen angehäuft sind,

mitunter einen recht ergiebigen Bergbau auf solchen Contact- und Gränzgebilden zwischen Kalkstein und Granit oder Syenit veranlasst haben.

Leopold v. Buch und Keilhau haben dergleichen Contactgebilde von den Granit- und Syenitgränzen des südlichen Norwegen beschrieben. Sehr bekannt sind die schönen Bildungen der Art aus dem Fassathale, von der Gränze des Granites gegen den dortigen Marmor, sowie vom Monzoniberge, wo ein syenitähnliches Gestein welches jedoch nach Fuchs aus Feldspath und Fassait, nach Breithaupt aus Albit und Augit besteht) im angränzenden Kalksteine die Entstehung jener Vesuviane, Granate, Spinelle, Gehlenite veranlasst hat, welche in allen Mineralien-Sammlungen zu finden sind. In sehr grossartigem Maassstabe sind solche Contactgebilde an der Gränze der Banater Syenitstöcke gegen den dortigen Kalkstein zur Entwickelung gelangt. Dort finden sich förmliche Lager und Stöcke von grünem und braunem Granat und Vesuvian, welche bis 10, ja bisweilen über 100 Lachter Mächtigkeit erreichen, und mit Kalkspath, Quarz, Wollastonit, Grammatit, mit vielerlei Kupfererzen, Bleiglanz, Zinkblende, Galmey, Eisenkies und manchen anderen Mineralien erfüllt sind, auf deren Vorkommen der Bergbau von Dognaczka, Orawicza, Szaszka und Moldawa beruht. (Martini in Leonh. Min. Taschenb. für 1823, S. 530 ff.) Nach den Schilderungen von Marrot dürften auch die Lherzolithstöcke, welche in den Pyrenäen, von Lercoul über Vicdessos bis zum See Lherz, dem Kalksteine ganz nahe an dessen Gränze gegen den Granit, eingeschaltet sind, als analoge Contactgebilde zu betrachten sein. (*Ann. des mines, 2 série, IV, p.* 308 f.)

Dufrénoy berichtet, dass der Granit des Canigou da, wo ihn der Kalkstein begränzt, von einer Zone von Eisenerzlagerstätten begleitet wird, welche aus Eisenspath, Brauneisenerz und auch etwas Glanzeisenerz bestehen; sie liegen fast alle im grossen, körnigen Kalksteine, der dem Granite aufliegt, setzen aber doch bisweilen bis an den Granit heran. Eben so liegt die Eisenerzlagerstätte von Saint-Martin-de-Fenouilly genau auf der Gränze des krystallinischen Dolomites und einer Granitmasse, woraus denn Dufrénoy schliesst, dass die Existenz dieser Erze in einem ursachlichen Zusammenhange mit der Erhebung der Granite stehe. (*Mém. pour servir à la descr. géol. de la France, II,* 1834, *p.* 458.) Nach Keilhau liegt in Norwegen das Magneteisenerzlager der Krambodals-Grube auf der Gränze des Syenites und Thonschiefers; so auch der Magneteisenerzstock bei Borge; überhaupt kennt man schon 19 Ablagerungen von Magneteisenerz an der Gränze des Syenites; Eisenkies, Zinkblende, Kupferkies und Bleiglanz verhalten sich auf ähnliche Weise, wie das Magneteisenerz; »alle diese Bildungen zeugen für eine, an den Granitgränzen erhöhte Energie derjenigen Actionen, durch welche so ausserordentliche Bildungen und Umbildungen resultirten;« (*Gaea Norvegica, I,* 83).

§. 310. *Verschiedene Formationen von Granit und Syenit.*

Zum Schlusse unserer Betrachtung der Granite und Syenite haben wir noch die Beweise für die Richtigkeit der gleich anfangs, S. 174 ausgesprochenen und später mehrfach wiederholten Behauptung zu geben, dass mehre, der Zeit nach sehr verschiedene eruptive Granitformationen zu unterscheiden sind.

Diese Beweise werden wesentlich aus denen S. 59 ff. aufgeführten Kriterien zu schöpfen sein. Vergleichen wir nun die mancherlei Angaben über die Verhältnisse der Granite zu anderen, und insbesondere zu sedimentären Formationen, so werden wir allerdings sehr häufig zu der Ueberzeugung gelangen, dass eine gegebene Granitbildung jünger sein müsse, als diese oder jene Formation, ohne doch in allen Fällen hinreichende Argumente für eine ganz

genaue Altersbestimmung zu besitzen, weil uns die Verhältnisse derselben Granitbildung zu der nächstfolgenden Sedimentformation unbekannt sind. Denn eine genaue Altersbestimmung würde voraussetzen, dass wir, wenn die Reihe der Sedimentformationen durch die Buchstabenreihe A, B, C, ... Z ausgedrückt wird, für eine jede Granitbildung die jüngste der vorausgegangenen, und die älteste der nachfolgenden Formationen, also zwei unmittelbar auf einander folgende Buchstaben dieser Reihe anzugeben vermöchten. Diess ist aber keineswegs immer der Fall, indem diejenigen beiden Gliede der Reihe, deren respective Priorität und Posteriorität mit Evidenz erkann werden kann, bisweilen ziemlich weit aus einander liegen, so dass wir z. B für eine gegebene Granitbildung vielleicht zu beweisen vermögen, sie sei jünger als F, und älter als M, ohne doch über ihre Beziehungen zu den zwischen liegenden Formationen G, H, I, K und L etwas Bestimmtes aussagen zu können

In solchen Fällen wird jedoch nicht selten eine Limitirung der Eruptions epoche innerhalb engerer Gränzen dadurch zu erlangen sein, dass man au die Verhältnisse des Granites zu anderen eruptiven Bildungen achtet, deren relatives Alter vielleicht durch anderweite Beziehungen bekannt ist daher können die Gänge von Diabas, Diorit, Porphyr u. s. w., welche i einer granitischen Region aufsetzen, eine grosse Wichtigkeit für die Altersbestimmung derselben gewinnen, weil sie jedenfalls den Beweis liefern, das der betreffende Granit älter ist, als sie selbst.

Zuweilen werden wir uns allerdings mit einer ungefähren, oder auch mit ein blos comparativen und einseitigen Altersbestimmung begnügen müssen, wel lediglich entweder die Posteriorität in Bezug auf diese, oder die Priorität in Bezug auf jene Formation erkennen lässt. Aber auch solche Bestimmungen hab ihren Werth, weil sie doch immer als der erste Schritt zur Erkenntniss der Eru tionsepoche einer gegebenen Granitbildung zu betrachten sind.

Dass fast alle Granite jünger sind, als die Urschiefer-Format diess möchte wohl gegenwärtig gar nicht mehr in Zweifel zu ziehen sein; den wenn auch manche derselben zunächst nur im Gebiete der Urgneissformat hervorgetreten sind, so lässt sich doch gewöhnlich aus den Lagerungsverhält nissen der den Gneiss umgebenden Schieferbildungen die Folgerung ziehe dass solche zugleich mit von denselben Bewegungen ergriffen, und denselb Dislocationen unterworfen gewesen waren, welche den Gneiss bei der Erupti des Granites betroffen haben.

Die meisten Granitablagerungen sind aber offenbar von neuerer En stehung, als die silurische und die devonische Formation und nicht w nige derselben stehen in ihrem Alter sogar der Steinkohlenformation na Diess Letztere dürfte z. B. von den Graniten in Cornwall und Devonshire, s wie von dem Granite auf der Insel Arran gelten, welche die Schichten d Steinkohlenformation, eben so wie jene der älteren Formationen, dislo aufgerichtet und metamorphosirt haben.

Noch jüngere Granite oder Syenite gehören wohl im Allgemeinen n gerade zu den sehr häufigen Erscheinungen; doch sind Beispiele bekannt v

Granit, welcher erst nach der Triasformation (Predazzo), von Syenit, welcher erst nach der Liasformation (Skye), und von Granit, welcher sogar erst nach der Kreideformation (Pyrenäen) zur Eruption und Ablagerung gelangt ist. Das Letztere würde vielleicht auch, nach denen von der Insel Elba berichteten Thatsachen zu schliessen, für einen Theil der dortigen Granite anzunehmen sein; ja, Darwin glaubt sogar dem Granite des Uspellata-Passes in Chile ein tertiäres Alter zuschreiben zu können. Auch die Alpinischen Protogingranite nebst den sie umgebenden Protogingneissen dürften, welche Ansicht auch über ihre eigentliche Bildungsweise anzunehmen ist, erst nach der Bildung der älteren Sedimentformationen der Alpen abgelagert, und jedenfalls für jünger zu erklären sein, als die Liasformation.

Die meisten Granite des Sächsischen Erzgebirges und des Voigtlandes sind offenbar jünger, als die dortige Urschieferformation, welche ganz entschieden von ihnen durchbrochen und zum Theil aufgerichtet worden ist, so dass das Erzgebirgische Schiefergebirge seine gegenwärtige Architektur grossentheils der Einwirkung der dortigen Granite zu verdanken hat. Auch ist der Thonschiefer in der Umgebung der Kirchberger und der Lauterbacher Granitpartie bis auf 1/4 Meile weit in Fleckschiefer, und unmittelbar im Contacte in Cornubianit umgewandelt worden, während der Granit Fragmente desselben umschliesst und hier und da Keile in ihn hineingetrieben hat. — Ob und wiefern auch für die an der Nordseite der Urschiefer abgelagerte Uebergangsformation eine Priorität in Bezug auf den Granit geltend zu machen sein dürfte, diess ist wohl noch nicht völlig entschieden; denn obgleich die Lagerungsverhältnisse derselben an vielen Puncten von der Art sind, dass man auf eine gleichzeitige Aufrichtung ihrer Schichten mit den Schichten der Urschieferformation schliessen möchte, so kommen doch auch mehrorts Erscheinungen vor, welche erst eine spätere Hebung, sowie überhaupt eine Discontinuität der Bildung zu beweisen scheinen. Zwischen Voigtsberg und Hartmannsgrün beginnt die Uebergangsformation mit einer groben, conglomeratartigen Grauwacke, welche auch faust- bis kopfgrosse Gerölle eines Granites umschliesst, der jedoch petrographisch ganz verschieden von dem zunächst aufstehenden Granite der Lauterbacher Granitpartie ist; hieraus, sowie aus dem Mangel an metamorphischen Schieferfragmenten liesse sich allerdings folgern, dass die Obererzgebirgischen Granite erst nach der Bildung dieser Grauwacke zur Eruption gelangten.

Dass auch die grosse Granitdecke im östlichen Theile des Königreichs Sachsen jünger ist, als das Schiefergebirge des linken Elbufers, diess ist zuerst im Jahre 1811 durch die Beobachtungen v. Raumer's bewiesen worden, während später von Hoffmann und mir gezeigt wurde, dass die Auflagerung des Granites auf dem Schiefer eine sehr unregelmässige und mit solchen Verhältnissen ausgebildete Lagerung sei, durch welche die eruptive Natur dieser Granitbildung erwiesen wird. auch erscheinen die Schiefer längs der ganzen Gränze derselben, von Leuben bis Wesenstein, mehr oder weniger auffallend in Fleckschiefer und Knotenschiefer umgewandelt.

Der Granit des Dürrenberges bei Strehla hat die südlich vorliegende Grauwackenformation, zu welcher auch der Collmberg bei Oschatz gehört, fast senkrecht aufgerichtet, zugleich den Thonschiefer von Wellerswalde, in seiner östlichen Fortsetzung bei Clanzschwitz, in Glimmerschiefer umgewandelt, und einige daselbst vorkommende Conglomeratschichten dermaassen bearbeitet, dass es das Ansehen gewinnt, als ob die Geschiebe dieses Conglomerates erweicht, platt gedrückt, und sämmtlich nach einer und derselben Richtung gestreckt worden seien;

(I, 744). — Die angeführten Thatsachen lehren also, dass die Sächsischen Granite mindestens jünger als die Urschieferformation, ja z. Th. jünger als ein Theil der Uebergangsformation sein müssen.

Für den Granit des Harzes ist es schon seit geraumer Zeit*) ausgesprochen worden, dass er nicht älter sein könne, als die dortige Uebergangsformation, worauf zuerst Germar, veranlasst durch eine sehr wichtige Beobachtung bei Thale, im Jahre 1821 die Ansicht, dass er wohl als eine von unten emporgetretene Gebirgsmasse zu betrachten sei, welche ihre Schieferdecke sprengte, zwar aufstellte, ohne ihr jedoch Folge zu geben; (Leonh. Min. Taschenb. für 1821, S. 15). Die Richtigkeit dieser Ansicht ist jedoch später auf das Vollkommenste bestätigt und somit der Beweis geliefert worden, dass der Harzer Granit erst nach der Bildung der devonischen Formation hervorgetreten sei. Die ganze Art und Weise, wie die beiden mächtigen Stöcke des Brocken und des Ramberges der dortigen Uebergangsformation eingeschaltet sind**), die Ueberlagerung dieser Formation durch den Granit des Ziegenrückens, die am Rehberger Graben vorliegenden Ramificationen des Granites in die Schichten der Grauwacke, die von Germar, Hoffmann und Zinken erforschten gegenseitigen Begränzungsverhältnisse an der Rosstrappe, endlich die Umwandlung des Grauwackenschiefers in Hornfels liefern in der That so schlagende Beweise für die Posteriorität des Granites, dass solche wohl gegenwärtig von Niemand mehr bezweifelt wird. — Es bedurfte daher auch gar nicht des neuen Beweises, welchen man darin zu finden glaubte, dass v. Seckendorf Fragmente von Grauwacke mit inliegenden Versteinerungen im Granite bei Harzburg angab; ein Beweis, welcher durch die später von Hausmann gegebene Berichtigung entkräftet worden ist, der zufolge diese Fragmente nicht im Granite, sondern im Gabbro enthalten sind; (Bildung des Harzgebirges, S. 35). Dagegen hat Murchison im Brockengranite wirkliche Grauwackenfragmente gefunden***), und bei Zinken Granit gesehen, welcher Kalksteinfragmente mit organischen Ueberresten umschliesst; (*Trans. of the geol. soc. 2. series, VI*, 286.)

Dass übrigens schon vor der Uebergangsformation des Harzes, eben so wie vor jener des Voigtlandes, in der Nähe dieser Gegenden ältere Granite an der Erdoberfläche existirt haben müssen, dafür spricht der Umstand, dass Hoffmann in der Grauwacke von Altenau häufige Granitgeschiebe fand, deren Gestein sich von dem des Harzer Granites eben so wesentlich unterscheidet, wie dies mit den oben erwähnten Granitgeröllen bei Hartmannsgrün in Betreff des Voigtländischen Granites der Fall ist; (Karstens Archiv, 1829, I, S. 129, und Uebers. der orogr. u. geogn. Verh. des NW. Deutschl. S. 380). Aehnliche Erscheinungen sind auch in anderen Gegenden beobachtet worden. So sah Daubrée in der Uebergangsformation der Vogesen, am Champ-du-Feu, Conglomerate mit Granitgeröllen, und Collomb fand in demselben Gebirge einen durch faustgrosse Granitgeschiebe conglomeratähnlichen Thonschiefer, daher er ihn als eine *roche post-granitique* bezeichnet; (*Comptes rendus, t.* 29, *p.* 14 und *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, VII*, 29). Nach Griffith endigt in Galway (Irland) die silurische Formation mit mächtigen

---

*) Carl v. Raumer, Geognostische Fragmente, 1811, S. 36; schon früher hatte v. Eroldingen den Granit des Brockens für eine neuere Bildung erklärt.

**) Auf die stellenweise fast senkrechte Lage der granitischen Gränzflächen machte Leopold v. Buch aufmerksam in Leonh. Min. Taschenb. für 1824, S. 492.

***) Fragmente von Hornfels im Granite des Harzes haben schon Lasius, v. Trebra und Hoffmann beobachtet, und umgewandelte Bruchstücke von Thonschiefer mögen es wohl auch gewesen sein, welche Freiesleben als Gneissfragmente erwähnt; (Bemerkungen über den Harz, II, 1795, S. 24).

Conglomeraten, welche reich sind an Geröllen eines grauen Granites, der von dem in derselben Gegend anstehenden Granite ganz verschieden ist.

Dass der Syenit und Granit der Gegend von Christiania, Drammen und Brevig in Norwegen erst nach der Bildung der dortigen silurischen Formation abgelagert worden sei, dafür sind zuerst von Leopold v. Buch und Hausmann, später von mir selbst, von Keilhau und anderen Beobachtern zahlreiche Beweise geliefert worden. Die Auflagerung über den Schichten der silurischen Formation, eben so wie die stellenweise Aufrichtung derselben, der so häufig vorkommende ramificirende Gesteinsverband, die Gänge und Stöcke von Syenit und Granit, die auffallenden Metamorphosen, welche diese Gesteine auf die silurischen Kalksteine und Schiefer ausgeübt haben: alle diese und manche andere Erscheinungen lassen auch nicht den geringsten Zweifel darüber, dass der Granit und der Zirkonsyenit des südlichen Norwegen von weit späterer Entstehung sind, als die Thierwelt der silurischen Periode, und dass diese prachtvollen krystallinischen Feldspathgesteine die silurische Formation durchbrochen, bearbeitet, und theils mit durchgreifender Lagerung durchsetzt und überlagert, theils mit untergreifender Lagerung unterteuft haben.

Was die Granite von Cornwall und Devonshire betrifft, so wusste man schon längst, dass sie jünger sind, als die dortige Schiefer- und Grauwackenformation. Seitdem aber durch Murchison und Sedgwick (in den *Trans. of the geol. soc. 2. ser. V*, 1840, 669 ff.) der Beweis geliefert worden ist, dass das obere, kohlenführende System des Devonshirer Schiefergebirges als das wirkliche Aequivalent der Steinkohlenformation zu betrachten ist, und seitdem De-la-Beche (in *Rep. on the Geol. of Cornwall*, 165) gezeigt hat, dass diese Kohlenformation durch die Granite gehoben und dislocirt, dass ihr südlicher Theil durch den Granit von Dartmoor nordwärts bis nach Oakhampton hinausgedrängt, bei Bridford und Cristow vom Granite durchschnitten, und im Thale des Dart von Granitadern durchsetzt worden ist, da unterliegt es wohl keinem Zweifel mehr, dass die Granite in diesem Theile von England erst nach der Steinkohlenformation zur Eruption und Ablagerung gelangt sind.

Dasselbe Alter dürfte aber auch zum Theil dem Granite der Insel Arran zuzuschreiben sein, welcher da, wo er in der Nachbarschaft der dortigen Conglomerat- und Sandsteinbildung auftritt, die Schichten derselben aufgerichtet, gebogen und dislocirt hat, weshalb, sowie wegen des gänzlichen Mangels an Granitgeschieben in dem Conglomerate, schon Macculloch die Vermuthung aufstellte, dass dieser Granit, ungefähr wie der Syenit von Skye, eine jüngere Bildung sein möge. (*The Western Isl. II*, 385 f.) Später wurde durch v. Dechen und v. Oeynhausen nicht nur diese gänzliche Abwesenheit von Granitgeschieben im Conglomerate als eine höchst auffallende Erscheinung bestätigt, sondern auch gezeigt, dass diese Sandsteinbildung der Steinkohlenformation angehört, da sie schwarze Schieferthone mit Pflanzenresten, ein Steinkohlenflötz, und in ihren untergeordneten Kalksteinen Productus, Spirifer und Krinoiden umschliesst; (Karstens Archiv, I, 1829, 41). Können nun auch, wie Lyell sehr richtig bemerkt, die Aufrichtung ihrer Schichten und der Mangel an Granitgeröllen in dem unterliegenden (devonischen) Conglomerate noch nicht als hinreichende Beweise für das jüngere Alter des Arraner Granites überhaupt gelten, so ist doch der von Ramsay, inmitten des grobkörnigen Granites, nachgewiesene feinkörnige Granit entschieden jünger, als diese Steinkohlenformation, da Necker im Jahre 1839 bei Ploverfield eine isolirte Masse desselben Granites entdeckte, welche ihre Schichten durchschneidet, und Apophysen in sie hinaustreibt; (*Lyell, Manual of elem. Geol. 5. ed. p.* 590.)

Sollte die von Schmidt in Karstens Archiv (IV, 1821, 28) mitgetheilte Notiz, dass unweit Schmalkalden ein wahrer Granitgang im Zechsteine aufsetze,

eine weitere Bestätigung gefunden haben, so würde daraus folgen, dass gewisse Granite des Thüringer Waldes erst nach der permischen Formation hervorgebrochen sind.

Grosses Aufsehen erregten zu ihrer Zeit die Beobachtungen, welche der Graf Marzari-Pencati zuerst im Jahre 1819 über die Auflagerung des Granites und Syenites auf dem sogenannten Alpenkalkstein bei Predazzo in Tyrol bekannt machte. Diese Auflagerung ist auf eine bedeutende Ausdehnung entblöst, und lässt sich aus der Thaltiefe, von dem nördlichen der beiden Hügel alle Canzocoli, bis hinauf in den weissen Marmorbruch verfolgen. Die Auflagerungsfläche fällt 50° in Nord, ist ziemlich eben und regelmässig, durchschneidet aber die Schichten des Kalksteins unter bedeutenden Winkeln, wie man sich sowohl an dem genannten Hügel, als auch an dem hoch gelegenen schwarzen Mamorbruche (*cava di cipolino nero*) überzeugen kann. Von dem weissen Marmorbruche aus lässt sich die Gränzfläche zwischen Kalkstein und Syenit noch sehr weit hinauf, und gewiss bis gegen 1500 Fuss hoch über die Thalsohle verfolgen; sie richtet sich bald sehr steil auf und nimmt endlich, wie Leopold v. Buch beobachtete*), eine entgegengesetzte Lage an, so dass der Kalkstein zuletzt über dem Syenite liegt. Es ist aber durchaus ein weisser, krystallinischer und, zumal in der Höhe, oft ein äusserst grobkörniger Marmor, welcher an dieser Gränze ansteht, und weithin fortsetzt, bis er endlich in den dichten geschichteten Kalkstein übergeht, (I, 752); nur unmittelbar im Contacte ist er bisweilen feinkörnig und mit gelbem Vesuvian durchwachsen. — An dem jüngeren Alter dieses Granit-Syenites von Predazzo ist nicht zu zweifeln; durch die neueren Untersuchungen ist es aber entschieden, dass der grössere Theil der angränzenden Kalkstein-Ablagerung der Triasformation angehört; folglich liefert uns Predazzo den Beweis, dass die Eruptionsepoche gewisser granitischer Gesteine erst nach der Periode der Trias eingetreten sei.

Auf der Insel Skye, der grössten der Hebriden, treten der Syenit und der Liaskalkstein unter solchen Verhältnissen auf, welche das jüngere Alter des ersteren darthun. Nach Macculloch soll die grosse Syenitmasse des Ben-na-Charn eben so wie die Syenit-Hügelreihe, welche von Kilbride herkommt, und manche andere, im Kalksteingebiete auftretende Syenitpartie ganz bestimmt über den Kalksteine liegen, auch bei Kilbride selbst eine Syenitmasse den Kalkstein durchsetzen, während nach v. Dechen und v. Oeynhausen der Kalkstein überall auf dem Syenite aufliegt**). Dieser graue, dichte Kalkstein der Liasformation erscheint aber auf bedeutende Distanzen von den Contactflächen zu weissem, krystallinisch körnigem Marmor umgewandelt; dabei sind in der Regel die Versteinerungen eben so wie die Schichten, ganz unscheinbar geworden; desungeachtet finden sich an einzelnen Punkten, wie z. B. bei Corrie und Kilbride, auch im Marmor noch deutlich erkennbare Gryphäen, als schlagende Beweise, dass derselbe nur ein umkrystallisirter Liaskalkstein ist, wie solches auch die ganz allmäligen Uebergänge in den unveränderten Kalkstein darthun, die an vielen Orten zu verfolgen sind.

Die Ansicht, dass viele der krystallinisch-körnigen Kalksteine der Pyrenäen nichts Anderes, als durch Granite metamorphosirte sedimentäre Kalksteine, und dass daher die betreffenden Granite selbst von verhältnissmässig sehr jugendlichem Alter seien, ist besonders durch die Beobachtungen von Dufrénoy, Coquand und Rozet hervorgerufen und unterstützt worden***). Zuerst zeigte Dufrénoy, dass die

*) Leonh. Min. Taschenb. für 1824, S. 338, und 342.

**) Die beiden genannten Beobachter vermochten weder die Auflagerung des Syenites noch das gangförmige Auftreten desselben aufzufinden.

***) Die Existenz von wirklichen primitiven Kalksteinen in den Pyrenäen läugnete schon Palassou.

Granit von Vicdessos neuer sein müsse, als die Liasformation, indem er den körnigen Kalkstein längs der dortigen Granitzone bis in das Thal von Lherz verfolgte, wo derselbe Fossilien dieser Formation umschliesst, auch dicht und grau ist, aber mehrorts sogleich krystallinisch-körnig erscheint, sobald der Granit in seiner Nähe auftritt; ja am See Lherz sieht man ein Kalksteinlager beiderseits auf Granit aufliegen, und an beiden Rändern weiss und krystallinisch, während es in der Mitte grau und dicht ist. Dabei lassen sich ganz allmälige Uebergänge aus dem dichten bis in den grobkörnigen Kalkstein verfolgen, welcher dicht am Granite Couzeranit, Granat, Grammatit und Eisenkies enthält; (*Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, II,* 1834, *p.* 433). Eben so berichtete Coquand, dass bei Lacus ein dichter, schwarzer, von Fossilien erfüllter Kalkstein der Juraformation nahe am Granite in körnigen Kalkstein mit noch erkennbaren Korallen, und endlich in Calciphyr (I, 511) übergeht, in welchem die Fossilien zwischen den Couzeranitkrystallen kaum noch zu erkennen sind; (*Bull. de la soc. géol. t.* 12, 1841, *p.* 322).

Aus den Verhältnissen des Dolomites und Kalksteins von Saint-Martin-de-la-Orly, wo diese zu 75° aufgerichteten Schichten als Glieder der Kreideformation erkannt wurden, schliesst Dufrénoy sogar, dass der Granit der Pyrenäen jünger sein müsse, als die Kreide; denn der Granit hat nicht nur diese Schichten aufgerichtet, sondern ist sogar mit einem 37 Meter mächtigen Lagergange zwischen sie eingedrungen. Auch am Fusse des Pic de Bugarach hält der körnige, blaulichgraue Kalkstein, welcher bisweilen von mächtigen Granitgängen durchschnitten wird, hier und da Hippuriten und Diceraten, zum Beweise, dass er der Kreideformation angehört; (a. a. O. p. 76). Coquand, welcher diese Beobachtungen bestätigt, fügt noch hinzu, dass man im Thale der Ariège, oberhalb Aurignac zwischen Foix und Tarascon, den Schichten der Kreideformation viele Lagergänge von Granit eingeschaltet sieht, welche deutlich als blose laterale Ausläufer einer grösseren, den Kalkstein durchsetzenden Granitmasse zu erkennen sind.

Rozet, welcher ähnliche Beobachtungen im Thale der Gly anstellte, erkennt die Richtigkeit der daraus gezogenen Folgerungen, bemerkt jedoch, dass es, ausser diesen sehr neuen Graniten, auch noch sehr alte Granite in den Pyrenäen geben müsse, weil die in der Mitte des Gebirges dem Granite aufliegende Uebergangsformation zahlreiche Granitgeschiebe umschliesst; (*Comptes rendus, t.* 31, 1850 *p.* 885). Jedenfalls aber werden die von diesen Geologen berichteten Thatsachen als Beweise gelten müssen, dass ein Theil der dortigen Granite erst nach der Kreideformation zur Eruption gelangt ist*).

Nach Kudernatsch sind die Granite und Syenite des Banates entschieden jünger als die älteste Abtheilung der Kreideformation; die mächtigen Syenitgänge, welche die Kalksteine der Jura- und Kreideformation durchschneiden, haben sehr auffallende Metamorphosen ihres Nebengesteins veranlasst; dahin gehören auch die im Contacte auftretenden Bildungen von Granat, Vesuvian, Wollastonit und Tremo-

---

* Die Angabe von Griffith, dass mehre in der Grafschaft Antrim aus dem Glimmerschiefer heraufsteigende Syenitgänge auch durch die dortige Kreide setzen, ist wohl sehr zweifelhaft, da möglicherweise Dolerit für Syenit gehalten worden sein kann; (*Bull. de la soc. géol. t.* 9, *p.* 224). Die von Reuss beschriebene Granitgneissbildung von Pottenstein, Reichenau und Senftenberg im Königgrätzer Kreise in Böhmen, an welcher die Schichten des Pläners ihr steil aufgerichtet sind, ist gewiss älter als die Kreideformation, und nur später heraufgeschoben worden; (Neues Jahrb. für Min. 1844, S. 24). Nach einer neueren brieflichen Mittheilung meines verehrten Freundes hängt das Auftreten dieser Granite mit jener grossen Dislocation zusammen, welche sich aus Sachsen von Oberau über Hohnstein und Liebenau weit nach Böhmen hinein verfolgen lässt.

lit, welche zugleich die Lagerstätten der dortigen Kupfererze bilden. Bei Szaszka erscheinen Kalksteinfragmente von oft colossaler Grösse mitten im Syenite eingesenkt, und von ähnlichen Contactbildungen begleitet. Bei Orawicza durchschneidet der östliche Syenitgang den weissen Jurakalkstein; bei Cziklowa setzt ein Syenitgang im Neocomkalksteine auf, und zeigt im Contacte dieselben Begleiter von Kalksilicaten und Kupfererzen. Sitzungsberichte der Akad. zu Wien, B. 23, 1857. S. 66 ff.

Dass die auf der Insel Elba, in der Gegend von Porto-Ferrajo auftretenden Granite jünger sind, als der dortige Macigno, diess kann nicht bezweifelt werden. Savi, Hoffmann, Studer, Coquand, Krantz u. a. Beobachter haben zahlreiche Beweise dafür geliefert, denen wir noch einige hinzufügen wollen, die uns besonders auffällig erschienen sind. Wo sich die Strasse von Porto-Ferrajo nach Marciana in das Val delle tre acque aufwärts biegt, da ist die unmittelbare Auflagerung des feldspathreichen, porphyrartigen Granites auf den Schiefern und Sandsteinen des Macigno vortrefflich zu beobachten; die Schichten des letzteren streichen hor. 4, fallen 30° in NW., und bestehen aus schwarzem und grauem Schiefer, grauem Sandstein und Kalkstein; der Granit breitet sich ziemlich regelmässig über ihnen aus, und steigt sogleich zu hohen Bergen auf. Dabei lassen die Macigno-Gesteine keine Spur einer Veränderung erkennen; auch der Granit bleibt sich fast ganz gleich bis an die Auflagerung, in deren Nähe er etwas kleinkörniger wird, bis er im Contacte selbst die merkwürdige Erscheinung zeigt, dass er dort eine, der Contactfläche entsprechende Parallelstructur entfaltet, und gneissartig wird, daher ein 1 bis 2 Zoll starkes gneissähnliches Salband längs der Auflagerung zu verfolgen ist. — Oestlich von Porto-Ferrajo, am Wege von den Magazin nach Acqua-Buona, erreicht man in der Nähe des Monte Fabrello einen Steinbruch, in welchem gleichfalls die fast horizontale Auflagerung des Granites auf dem Macigno sehr deutlich entblöst ist; an der einen Seite macht jedoch die Gränzfläche plötzlich einen rechten Winkel, und setzt fast senkrecht hinab bis in die Sohle des Steinbruches; längs dieser senkrechten Gränze zeigt der Granit gleichfalls, unmittelbar im Contacte, eine gneissartige Structur. — Westlich von Porto-Ferrajo, an der Punta dell' acqua viva ist an der Meeresküste ein sehr interessantes Profil aufgeschlossen, in welchem nicht nur die discordante Auflagerung des Granites auf den Köpfen der ziemlich stark aufgerichteten und gewundenen Schichten des Macigno, sondern auch ein 9 Schritt breiter Lagergang von Granit zu beobachten ist, welcher mit dem aufliegenden Granite in unmittelbarem Zusammenhange steht, und an seiner liegenden Gränze viele Fragmente des Macignoschiefers umschliesst. Irgend eine auffallende Veränderung der Macignogesteine im Contacte ist auch hier nicht zu erkennen. — Wenn nun auch diese Erscheinungen beweisen, dass der im östlichen Theile der Insel Elba auftretende Granit erst nach der Bildung des dortigen Macigno zur Eruption gelangt ist, so bleibt doch noch die Frage übrig, welcher Formation dieser Macigno angehört. Von organischen Ueberresten habe ich nur Fucoiden gesehen, und es ist mir nicht bekannt, dass irgendwo in Elba unter diesem Macigno Nummuliten-Gesteine beobachtet worden sind. Da nun die österreichischen Geologen, da Gümbel, Fischer-Ooster und Meneghini gezeigt haben, dass ganz ähnliche fucoidenhaltige Gesteine auch im Gebiete der südeuropäischen Keuper-, Lias- und Kreideformation vorkommen, so ist man eigentlich nur zu der Folgerung berechtigt, dass diese Granite von Elba während der secundären Periode abgelagert worden sind.

Dass endlich in solchen Gegenden, wo zwei oder mehre verschiedene Granitarten auftreten, durch die gegenseitigen Contact-, Lagerungs- und Durchsetzungs-Verhältnisse derselben relative Altersverschiedenheiten dargethan

werden, davon ist, soweit es sich hierbei um die gangförmigen Durchsetzungen handelt, schon oben S. 251 f. die Rede gewesen, weshalb wir nur noch ein paar Beispiele erwähnen wollen, wo die ähnlichen Folgerungen auf anderen Verhältnissen beruhen.

Nach G. Rose bestehen das Riesengebirge und das Isergebirge grösstentheils aus Granitit; im letzteren findet sich aber auch Granit, welcher den Granitit in einem vier Meilen langen Streifen, von Tannenwald bis Reichenberg umgiebt. Obgleich an einander gränzend sind beide doch scharf getrennt, so dass man stellenweise die Gränze mit der Hand bedecken kann, wie z. B. an der Vereinigung der Desse und der Kamnitz; die Gränze scheint dort fast senkrecht zu sein, doch ergiebt sich aus allen Verhältnissen, dass der Granitit jünger ist, als der Granit. Monatsber. der Berliner Akad. 1856, S. 444 ff. Dagegen berichtet Kudernatsch, dass im Gebiete des Banater Granites, an der Muschniak, eine Ablagerung von Granitit auftritt, welche älter ist, als der Granit, da sie stellenweise von diesem gangförmig durchsetzt wird. Sitzungsber. der Wiener Ak. B. 23, 1857, S. 73. — Leymerie unterscheidet in den Pyrenäen der oberen Garonne drei Hauptarten von Granit, nämlich einen kleinkörnigen, sehr verbreiteten Normalgranit, den porphyrartigen Granit des Gebirgskamms, und den feldspathreichen Granit von Luchon. *Comptes rendus, t. 47, 1858, p. 120 ff.*

§. 310 a. *Wahrscheinliche Bildungsweise des Granites.*

Wir glauben die Darstellung der Granitformationen mit einigen Bemerkungen über ihre wahrscheinliche Bildungsweise beschliessen zu müssen.

Die geotektonischen Verhältnisse des Granites und Syenites, zu denen besonders ihre Lagerungsformen, ihre Verbandverhältnisse, die in ihnen suspendirten Fragmente, und die Störungen der Lagerung des Nebengesteins gehören, alle diese Verhältnisse beweisen unwiderleglich, dass das Material der Gesteine eruptiver Natur ist, das heisst, dass solches in einem plastischen Zustande aus den unbekannten Tiefen der Erde hervorgepresst worden sein muss. Auch kann die völlige Erstarrung und Krystallisation dieses Materials erst erfolgt sein, nachdem es seine gegenwärtigen Ablagerungsräume eingenommen hatte, wobei die zerbrochenen Feldspathkrystalle der porphyrartigen Granite (I, 441) beweisen, dass diese grösseren Krystalle bereits gebildet waren, während sich das übrige Material noch in einem plastischen Zustande befand.

Die erste Frage, welche sich uns aufdrängt, ist nun die: welcher Art war der plastische oder halbflüssige Zustand des granitischen Materials bei seiner Eruption und Ablagerung? — Wenn man diese Frage früher dahin beantwortete, dass es ein rein feuerflüssiger Zustand gewesen sei, so stützte man sich dabei etwas voreilig auf die einzige Analogie, welche uns in den vulcanischen Eruptiv-Gesteinen gegeben ist, und vernachlässigte manche Momente, auf deren Bedeutsamkeit später hingewiesen worden ist.

Allerdings haben die neueren Bausch-Analysen gelehrt, dass viele Granite in ihrer allgemeinen Substanz vollkommen mit gewissen Trachyten, also mit unzweifelhaft vulcanischen Gesteinen übereinstimmen (I, 556 und 705),

und es erscheint daher die Folgerung ganz gerechtfertigt, dass das Material der Granite aus derselben Quelle oder aus demselben Heerde abzuleiten ist, wie das Material der Trachyte. Desungeachtet ist doch der Unterschied beider Gesteine so auffallend, dass man wohl genöthigt ist, eine wesentliche Verschiedenheit der Umstände vorauszusetzen, unter denen dasselbe Material einestheils zu Granit, und anderntheils zu Trachyt geworden ist.

Das reichliche und eigenthümliche Vorkommen des Quarzes, als eines wesentlichen Bestandtheils der Granite, diess ist ein Moment, welches schon früher von Fuchs benutzt wurde, um jene Ansicht einer rein pyrogenen Bildung des Granites zweifelhaft zu machen. Auch hob Fuchs die Zusammensetzung des Gesteins aus Mineralien von höchst verschiedenen Graden der Schmelzbarkeit als eine Schwierigkeit hervor; was später von Scheerer und Schafhäutl gleichfalls geschehen ist*). In der Folge machte Scheerer noch das Vorkommen pyrognomischer Mineralien in gewissen Graniten, sowie das Auftreten wasserhaltiger Mineralien geltend, um die Ansicht zu begründen, dass bei der Bildung der Granite hohe Temperatur und Wasser zugleich im Spiele gewesen sein müssen, wie solches schon früher von Poulett Scrope behauptet worden war (I, 707). Sehr ausführlich entwickelte G. Bischof in seinem Lehrbuche der chemischen Geologie die Gründe, welche gegen eine reine pyrogene Bildung des Granites sprechen; auch hat Heinrich Rose noch ganz kürzlich Veranlassung genommen, die Hypothesen über Granitbildung einer Prüfung zu unterwerfen**), deren Endresultat gleichfalls auf eine Negation der pyrogenen Bildung, und auf die eventuelle Anerkennung eines hydatothermischen Bildungsprocesses hinausläuft. Er legt dabei ein besonderes Gewicht auf die, auch durch andere Vorkommnisse erwiesene Möglichkeit der hydatogenen Bildung von Feldspäthen, auf den Wasser- und Fluorgehalt der Glimmer, und auf das Vorkommen des Quarzes, als krystallisirter Kieselsäure.

H. Rose hält es für möglich, dass die Bestandtheile des Granites sich aus einer ursprünglich vorhandenen Masse unter gleichzeitiger Einwirkung von Wasser, hoher Temperatur und grossem Drucke gebildet haben. Er gedenkt dabei der wichtigen Versuche Daubrée's, von welchen gewiss nicht geleugnet werden kann, dass sie, zugleich mit Sorby's interessanten Entdeckungen (S. 52), bei der künftigen Theorie der Granitbildung, eben so wie bei der Theorie der Gesteins-Metamorphose, eine ganz vorzügliche Berücksichtigung verdienen werden. Sorby ist durch die genaue Untersuchung der Wasserporen

---

*) Scheerer, in Poggend. Ann. B. 56, S. 479 f. und Schafhäutl, in Münchener gel. Anz. 1845, S. 557 ff. Dass jedoch auf diesen Umstand kein sehr grosses Gewicht zu legen, diess wurde bereits im ersten Bande S. 704 f. bemerkt.

**) In seiner trefflichen Abhandlung über die verschiedenen Zustände der Kieselsäure in Poggend. Ann. B. 108, 1859, S. 1 ff.; eine Abhandlung, deren Kritik wir mit Freuden gefolgt sind, da sie sich durch ihre würdige Haltung gar sehr von gewissen anderen Kritiken unterscheidet. Nur scheint mir mein hochverehrter Freund zwischen der pyrogenen und plutonischen (oder eruptiven) Bildung nicht hinreichend zu unterscheiden. Wenn er daher zum Schlusse seiner schönen Abhandlung sagt, dass die Geologen bei der Vorstellung einer plutonischen Bildung des Granites fast nur durch Betrachtung der Lagerungs-Verhältnisse, also nur durch Anschauung geleitet wurden, so glauben wir entgegnen zu dürfen, dass eben diese, freilich nur durch Anschauung zu erkennenden Lagerungs-Verhältnisse die unumstösslichen Beweise für die plutonische, das heisst eruptive Entstehung des Granites geliefert haben.

welche sich in dem Quarze und Feldspathe der Granite finden, auf die Folgerung geführt worden, dass sich das Material des Granites unter bedeutendem Drucke gleichzeitig im Zustande dunkler Rothglühhitze und vollkommener Durchwässerung befunden haben muss; eine Folgerung, welche an die schon lange von Mitscherlich aufgestellte Ansicht erinnert, dass die äussere Erdkruste anfangs unter dem Drucke einer gewaltigen Dampf-Atmosphäre und einer glühenden Wasserdecke erstarrte*). Man braucht sich nur mit Scrope und Scheerer das Wasser und das glühendflüssige Gesteinsmaterial zu einem homogenen, bis auf grosse Tiefe hinabreichenden Magma verbunden zu denken, um die Bedingungen für die Granitbildung in einer, mit Daubrée's und Sorby's Beobachtungen übereinstimmenden Weise zu beschaffen.

Freilich sind wir durch die hier angedeutete Hypothese der Erkennung der Granitgenesis nur um einige Schritte näher gerückt, weil wir uns von der eigentlichen Beschaffenheit eines solchen wässerig-feuerflüssigen Magmas, wie es diese Hypothese als das ursprüngliche Material der Granite voraussetzt, noch keine bestimmte Vorstellung bilden können. Wollte man jedoch mit Mitscherlich eine ähnliche Hypothese auch auf die Bildung der primitiven Formationen anwenden, so dürfte vielleicht manche von den Schwierigkeiten gehoben werden, welche die Genesis dieser Formationen als ein noch ungelöstes Räthsel erscheinen lassen, in der Theorie des Metamorphismus aber nur eine sehr ungenügende Lösung gefunden haben.

Vierter Abschnitt.

Uebergangs-Formationen,

oder

cambrische, silurische und devonische Formation.

§. 311. *Einleitung.*

Wir schreiten jetzt zur Betrachtung der ersten Glieder jener grossen Reihe von sedimentären Bildungen, welche von nun an unsere Aufmerksamkeit vorzugsweise in Anspruch nehmen wird, obwohl wir ihrer Darstellung dann und wann die Schilderung einer eruptiven Bildung einschalten müssen, um die natürliche Reihenfolge und die gegenseitige Abhängigkeit der beiderlei Bildungen einigermaassen hervortreten zu lassen. Die silurische und die devonische Formation, diese beiden ältesten fossilhaltigen, obwohl sich sehr eng an die Urschieferformation anschliessenden (S. 109) Bildungen sind es eben, welche von Werner und seinen Nachfolgern unter dem Namen der Uebergangsformationen zusammengefasst wurden, dessen Beibehaltung aus den S. 45 angegebenen Gründen gar nicht so verwerflich bedünken dürfte, als diess zuweilen behauptet worden ist. Es ist ihnen jedoch eine noch

*) Abhandl. der K. Akad. der Wissenschaften zu Berlin für 1822 u. 1823, S. 38.

ältere, zwar nicht so allgemein verbreitete, dennoch aber schon in vielen Län-dern nachgewiesene Formation beizugesellen, welche mit dem Namen der cam-brischen Formation belegt worden ist.

Die Selbständigkeit der cambrischen Formation war bis auf die neueste Zeit so vielfach in Zweifel gezogen worden, das wir bei dem (schon im Frühjahre 185[illegible] erfolgten) Abdrucke des dritten Bogens dieses Bandes Anstand nahmen, sie S. [illegible] unter den paläozoischen Formationen mit aufzuführen. Seitdem ist uns aber durch die Güte von Geinitz die neueste Auflage von Murchison's *Siluria* zugänglich ge-worden, aus welcher, sowie aus dessen Abhandlung im *Quarterly Journal of the geol. soc.* für 1859 wir ersehen, dass auch er die Wirklichkeit jener Formation nicht mehr bestreitet. Auf Grund einer so bedeutenden Auctorität glauben wir sie daher den Uebergangsformationen als erstes Glied einschalten und gehörigen Ortes be-rücksichtigen zu müssen.

Diese Uebergangsformationen (*terrains intermediaires* oder *t. de transition*) bestehen ihrer hauptsächlichen Zusammensetzung nach aus denjenigen sehr al-ten Sedimentgesteinen, welche sich auf dem Grunde des bereits mit Thiere und Pflanzen mehr oder weniger belebten Meeres innerhalb eines sehr lange Zeitraumes entwickelten, während dessen schon eine zeitweilig beharrliche Ver-theilung von Wasser und Land bestanden haben muss. Die wesentlichen Ge-steine der Uebergangsformationen haben daher alle den Charakter von klasti-schen, limmatischen oder krystallinischen Sedimentgebilden; dennoch aber nä-hern sich manche derselben in ihrem Habitus dermaassen gewissen Gesteine der Urschieferformation, dass viele Geologen an der Möglichkeit zweifeln, über-haupt eine Gränze zwischen beiden Formationen angeben zu können; die cam-brischen, die silurischen und devonischen Thonschiefer sind oft von den Urtho-schiefern gar nicht zu unterscheiden, wenn man nicht auf ihre Lagerung od auf ihre organischen Ueberreste Rücksicht nimmt; dasselbe gilt von den beide-seitigen Quarziten, und von manchen anderen Gesteinen.

Daher wurde wohl auch häufig die Ansicht aufgestellt, dass man vo Gneisse aufwärts durch den Glimmerschiefer und Thonschiefer eine einzige u ununterbrochene Entwickelungsreihe bis in die Uebergangsformation verfolg könne, und dass die Urschieferformation ohne irgend eine bestimmte Gra ganz allmälig in die Uebergangsformation verlaufe. Allein, wenn wir au zugeben müssen, dass die Gränze beider Formationen sehr undeutlich werd könne, und dass sie insbesondere da, wo die Uebergangsgebilde durch Gran oder andere eruptive Massen bearbeitet und verändert wurden, gänzlich ve wischt werden konnte, so wird sie dennoch anzunehmen, und bei sorgfältig Untersuchung gewiss auch in den meisten Fällen nachzuweisen sein.

Die Schwierigkeiten werden besonders dadurch herbeigeführt, dass auch prozoischen Urschiefer bisweilen schon alle Charaktere von sedimentären schlam artigen*) Bildungen an sich tragen (S. 115), ja dass sogar klastische Gesteine

*) Daher sagte Burat sehr richtig in Betreff der Bedeutung des Ausdrucks *terrain transition: ce n'est point en effet la transition d'un mode de formation à un autre, la tran[illegible] des roches cristallines aux roches sedimentaires ayant eu lieu dans le terrain pri[illegible] Traité de Géogn. II, 1834, p. 211.*

dem Bereiche der Urschieferformation keineswegs gänzlich ausgeschlossen sind S. 124). Wenn nun der Urthonschiefer sehr häufig die obersten Schichten des Urgebirges bildete, so wird auch der Uebergangsthonschiefer grossentheils aus der Zerstörung desselben hervorgegangen sein, und also zwischen beiden Gesteinen zunächst eine fast gänzliche Identität des Materials Statt finden müssen. Es bestand aber jene Zerstörung der Urschiefer nicht blos in einer mechanischen Zerstückelung, sondern auch in einer feineren Bearbeitung derselben durch das Wasser, welche in den ersten Stadien der Uebergangsformation durch eine noch ziemlich bedeutende Wärme unterstützt worden sein mag. Bei solcher Ausbildungsweise mussten die aus dem feinsten Schliche und Zersetzungsschlamme der zerstörten Urschiefer hervorgegangenen Uebergangsschiefer zuweilen eine solche Aehnlichkeit mit dem Urschiefer, als dem Archetypus ihres Materials, erhalten, dass es in vielen Fällen eben so schwierig werden kann, die beiderlei Gesteine in Handstücken nach ihren Merkmalen petrographisch zu unterscheiden, als solche im Gebirge nach ihren Gränzlinien geognostisch zu trennen. Diese letztere Aufgabe wird besonders dann grosse Schwierigkeiten haben, wenn die Uebergangsschiefer unmittelbar in concordanter Lagerung den Urschiefern aufliegen.

Auch werden die obersten Urschieferschichten theils schon vor, theils auch noch nach der Ablagerung der untersten, sie bedeckenden Uebergangsschichten ganz ähnliche Zersetzungen erlitten haben, wie diejenigen waren, welche eben das Material dieser letzteren lieferten; allein die Wirkung dieser Zersetzungen wird mit der Tiefe abnehmen, und endlich ihre Gränze erreichen. Wie daher oft in solchen Gegenden, wo Sandstein auf Granit liegt, ein allmäliger Uebergang aus dem festen Granite durch zerstörten Granit in sehr feldspathigen Sandstein, und aus diesem bis in den reinen Quarzsandstein zu beobachten ist, so wird auch unter den erwähnten Umständen ein allmäliger Uebergang aus dem vielleicht krystallinischen Urschiefer, durch seine mehr oder weniger zersetzten obersten Schichten, in die aufgelagerten Uebergangsschiefer zu verfolgen, und die Gränze beider Bildungen nur ungefähr anzugeben sein. Wie wenig man aber im ersteren Falle an einen wesentlichen und genetischen Uebergang aus Granit in Sandstein, an eine stetige und organische Herausbildung des letzteren aus dem ersteren glaubt, so wenig ist wohl auch im Allgemeinen ein solcher Uebergang und eine solche Herausbildung der Uebergangsschiefer aus den Urschiefern anzunehmen.

In den meisten Fällen besteht gewiss eine Gränze, eine Discontinuität zwischen beiden Bildungen; aber die Nachweisung dieser Gränze wird oft ihre grossen Schwierigkeiten haben; man wird sie sogar bisweilen schwankend lassen und die wahre Gränzlinie innerhalb einer mehr oder weniger breiten Zone anerkennen müssen, ohne sie jedoch scharf ziehen zu können.

Borat sprach sich hierüber fast in gleicher Weise aus, indem er auf die Nothwendigkeit einer Trennung der primitiven Formationen von den Uebergangsformationen aufmerksam machte. *La difficulté étant de déterminer convenablement la ligne de démarcation, il est bon de la placer là, ou l'origine sédimentaire est exprimée d'une manière franche;... on laisse ainsi dans le terrain primitif tout ce qu'il y a de vague dans cette histoire des premiers âges du globe*; (a. a. O. S. 209).

Eine der wichtigsten, und die Uebergangsformationen vorzugsweise charakterisirenden Eigenschaften ist das erste Auftreten organischer Ueberreste. Wir begegnen in ihnen den ältesten Monumenten des Thier- und Pflanzenreiches, den ersten Erzeugnissen der Natur im Gebiete der organischen Welt, und deshalb gewinnt das Studium dieser Formationen eine hohe Bedeutung für die ganze Entwickelungsgeschichte der Natur. Dabei ist es sehr merkwürdig, dass die Familien und Geschlechter der in ihr begrabenen Thiere und Pflanzen

über die ganze Erdoberfläche eine grosse allgemeine Aehnlichkeit, ja dass selbst die Species zum Theil eine völlige Einerleiheit wahrnehmen lassen, woraus auf eine damals noch obwaltende Gleichheit der klimatischen Verhältnisse geschlossen werden kann*). Eben so lässt die auffallende Aehnlichkeit, welche gewisse Gesteine dieser Formationen über den ganzen Erdball zeigen, auf eine grosse Aehnlichkeit der physikalischen und geographischen Verhältnisse schliessen, welche zur Zeit ihrer Bildung bestanden haben muss.

Dass übrigens in den untersten Etagen der Uebergangsformationen, ja dass selbst in manchen ihrer höheren Etagen oft alle Spuren von organischen Ueberresten vermisst werden, diess ist wohl sehr begreiflich, wenn wir bedenken, welche Umstände sowohl bei dem ersten Beginnen, als auch bei dem weiteren Fortgange ihrer Entwicklung gewaltet haben können.

Die Temperatur des Meeres mag anfangs noch zu hoch, die Meerestiefe mag ga häufig noch zu gross, und die Verbreitung der zuerst geschaffenen Organismen noch zu beschränkt gewesen sein, als dass in den anfänglich gebildeten Schichtensysteme men sogleich überall organische Ueberreste zu erwarten wären; die beiden letzteren Ursachen mögen es auch bewirkt haben, dass selbst später mächtige Schichtensysteme zur Ausbildung gelangten, welche gar keine, oder nur äusserst sparsam Fossilien enthalten. Rechnet man hierzu die völlige Vergänglichkeit so vieler organischer Körper, die Abhängigkeit ihres Gedeihens von der Beschaffenheit des Meeresgrundes, die numerische Armuth der uranfänglichen Organisation an Geschlechtern und Arten, und die nothwendige Leere an gewissen Organismen, welche das Meer über jedem, eben erst zur Submersion gelangten Landstriche geraume Zeit hindurch behaupten musste, so wird man es sehr natürlich finden, dass sich nur gewisse Schichten und Schichtensysteme besonders reich an Fossilien erweisen, während solche in anderen sehr sporadisch vorkommen, und in noch anderen, vielleicht sehr mächtigen Schichtensystemen gänzlich vermisst werden.

Da sich nun die cambrische, die silurische und die devonische Formation hauptsächlich nur durch ihre bathrologische Stellung und ihre organischen Ueberreste unterscheiden lassen, während solche in ihren petrographischen und geotektonischen Verhältnissen gewöhnlich eine grosse allgemeine Aehnlichkeit besitzen, so wird es am zweckmässigsten sein, zuvörderst diese letzteren Verhältnisse für alle drei Formationen zugleich, dann aber die auf ihre paläontologischen Merkmale und ihre Lagerung gegründete Sonderung in die verschiedene Formationen in Betrachtung zu ziehen.

Endlich stellt es sich bei diesen, wie bei allen übrigen sedimentären Formationen als nothwendig heraus, auch auf die Verschiedenheit ihrer Ausbildungsweise innerhalb verschiedener Bildungsräume (S. 19) Rücksicht zu nehmen. Es ist diess ein Verhältniss, welches sich weder bei den primitiven

*) Man denke nur an die vielen silurischen und devonischen Korallen, Brachiopoden und Cephalopoden, welche in den arktischen Ländern Nordamerikas, zwischen dem 7[illegible] und 77. Breitengrade, als identisch mit europäischen Formen erkannt worden sind, oder an Pflanzen der in denselben Regionen vorhandenen Steinkohlenformation, und man wird zugestehen müssen, dass die Temperatur der arktischen Meere und Länder während der paläozoischen Periode nicht sehr verschieden von jener der viel südlicher liegenden Regionen gewesen sein kann.

noch bei den eruptiven Formationen in gleichem Grade geltend macht, weshalb auch die Betrachtung dieser Formationen mehr allgemein, und ohne Berücksichtigung einzelner Regionen ihres Vorkommens durchgeführt werden kann. Während es daher bei den primitiven und bei den granitischen Formationen weniger nothwendig erschien, nach ihrer allgemeinen Schilderung einzelne Beispiele aus diesen oder jenen Ländern vorzuführen, so wird die Darstellung der sedimentären Formationen in der Regel mit der Beschreibung einzelner, vorzüglich ausgezeichneter Beispiele ihres Vorkommens zu beschliessen sein, um den Leser mit der besonderen Art und Weise ihrer Entwickelung innerhalb verschiedener Bildungsräume einigermaassen bekannt zu machen.

Erstes Kapitel.

Gesteine der Uebergangsformationen.

§. 312. *Allgemeine Uebersicht.*

Die Uebergangsformationen bestehen vorwaltend aus sandsteinartigen, thonschieferartigen und kalksteinartigen Bildungen. Die sandsteinartigen Bildungen tragen grösstentheils das Gepräge von klastischen, aus angeschwemmtem und wiederum verkittetem Gesteinsschutte bestehenden Felsarten; doch kommen auch sehr krystallinische Quarzsandsteine vor, welche endlich in vollkommene Quarzite übergeben. Gewisse dieser ältesten Psammite werden Grauwacke genannt; sie unterscheiden sich auch ziemlich auffallend von den meisten übrigen Sandsteinen, und gehen, wenn sie sehr feinkörnig und schiefrig werden, in Grauwackenschiefer über. An diesen Grauwackenschiefer schliessen sich die Thonschiefer an, welche durch grosse Feinheit und Homogenität ihrer Masse ausgezeichnet sind, und aus den feinsten Schlichen der zerstörten älteren Gesteine gebildet worden sein müssen. Auch Conglomerate kommen in verschiedenen Etagen der Uebergangsformationen vor, obwohl sie in manchen Gegenden zu den grossen Seltenheiten gehören; sie schliessen sich einerseits an die Grauwacken, anderseits an die Quarzsandsteine an. Noch sind der Kieselschiefer und Alaunschiefer als ein paar sehr gewöhnliche Gesteine zu nennen.

Unter den krystallinischen Haloidgesteinen behaupten die Kalksteine eine ganz vorzügliche Wichtigkeit, weil sie sehr häufig vorkommen, und die meisten, sowie die am besten erhaltenen organischen Ueberreste umschliessen; Dolomit und Mergel sind weniger allgemein vorkommende Gesteine; Gyps ist nur selten beobachtet worden, und das gleichfalls seltene Vorhandensein von Kochsalz scheint öfter durch Salzquellen angezeigt, als durch wirkliches Steinsalz nachgewiesen zu sein.

In sehr vielen Regionen spielen Grünsteine, Grünsteinconglomerate, Grünsteintuffe und Schalsteine eine recht wichtige Rolle; wenn nun auch die eigentlichen Grünsteine, als eruptive Bildungen, nicht zu dem wesentlichen Bestande der Uebergangsformationen gerechnet werden können,

so sind doch die von ihnen abstammenden klastischen und sedimentären Bildungen als wesentliche Formationsglieder zu betrachten, welche den übrigen Gliedern regelmässig eingeschichtet und gar nicht selten ziemlich reich an organischen Ueberresten erscheinen. Auch Porphyre treten in manchen Gegenden unter ähnlichen Verhältnissen auf.

Zu den untergeordneten, aber in technischer Hinsicht mehr oder weniger wichtigen Bildungen gehören endlich Anthracit, Steinkohle und mancherlei Erzlagerstätten.

Noch ist zu erwähnen, dass namentlich die Schiefer und Kalksteine der Uebergangsformationen in der Nachbarschaft grösserer eruptiver Gesteins-Ablagerungen oftmals sehr auffallend metamorphosirt worden sind, weshalb denn auch metamorphische Glimmerschiefer, krystallinische Thonschiefer, körnige Kalksteine und andere den primitiven Gebilden sehr ähnliche Gesteine als locale und abnorme Vorkommnisse im Gebiete der Uebergangsformationen genannt werden müssen.

Dass wir aber die, oft in sehr grosser Verbreitung und Mächtigkeit übe[r] der silurischen und devonischen Formation, oder auch über noch jüngere[n] Sedimentformationen abgelagerten Schichtensysteme von Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendschiefer u. s. w. nicht als metamorphische, sondern einstweilen noch als neuere kryptogene Bildungen betrachten, diess ist aus den früheren Paragraphen (S. 156 ff.) ersichtlich. In keinem Falle scheint es uns gerechtfertigt dergleichen Ablagerungen, nach Maassgabe ihrer bathrologischen Stellung, mit der silurischen, oder devonischen, oder jurassischen Formation u. s. w. zu vereinigen, und sie mit dieser oder jener sedimentären und fossilführenden Formation zu identificiren, oder als wesentliche Glieder derselben einzuführen. Mit demselben Rechte würde man die eruptiven Ablagerungen, welche zwischen gewissen Sedimentformationen eingeschaltet sind, mit der einen oder anderen dieser Formationen vereinigen können.

§. 313. *Grauwacke, Grauwackenschiefer, Thonschiefer, Alaunschiefer u. s. w.*

Wir beginnen die petrographische Schilderung der Uebergangsformationen mit der Grauwacke, von welcher Burat sehr richtig bemerkte, sie sei gewissermaassen als das charakteristische Gestein dieser Formationen zu betrachten, wenn sie auch nicht gerade überall das vorherrschende Gestein derselben bilde; (*Traité de Géogn. II*, 219). Die Grauwacke ist zwar ein psammitisches oder sandsteinartiges Gestein, zeigt aber doch so ganz besondere Eigenschaften, dass sie nothwendig unter einem besonderen Namen aufgeführt werden muss.

Wenn also auch bisweilen in weit jüngeren Formationen (wie z. B. noch in der tertiären Molasse) sehr ähnliche Gesteine vorkommen, so glauben wir doch, dass der Name Grauwacke so lange beizubehalten ist, bis er durch einen besseren ersetzt sein wird, trotz dem, dass Murchison ihn in seinem Werke über das silurische System unter die *unmeaning names* rechnete, deren Beibehaltung eine Absurdität sein würde; dass früher Macculloch, in seiner oft hypochondrischen und selbstgefälligen Kritik der teutschen Geognosie behauptete, die Confusion, welche von den teutschen Geologen durch die Einführung des Wortes Grauwacke veru[rsacht]

...acht worden, habe ihre Schriften schlimmer als unbrauchbar (*worse than useless*) gemacht; und dass Hitchcock, ihm beistimmend, diesen Namen nicht nur als eine Quelle von *much perplexity in geology*, sondern auch wegen seiner *cacophony* aus der Wissenschaft getilgt wissen will. Dagegen dürfte die Bemerkung zu beherzigen sein, welche De-la-Beche zu Gunsten der einstweiligen Beibehaltung des Wortes Grauwacke aussprach: *in a rapidly advancing science, like geology, it seems desirable to retain names, which, while they serve to assist our memories in classifying the deposits, do not carry with them any particular hypothesis, or prematurely generalise ...al facts*; (*Rep. on the Geol. of Cornw. p.* 38). Auch hat noch später Harkness den Namen Grauwacke allein für geeignet erklärt, um die Gesteine der Silurformation in Dumfriesshire zu bezeichnen; (*Quarterly Journal of the geol. soc. VII, p.* 46).

Anm. Indem wir aber das Wort Grauwacke zur Bezeichnung einer eigenthümlichen Gesteinsart beibehalten, so verwahren wir uns hiermit gegen den Verdacht, dasselbe Wort auch zur Bezeichnung einer bestimmten Formation gebrauchen zu wollen. Diess würde um so weniger gerechtfertigt sein, als die verschiedenen Varietäten der Grauwacke nicht nur in den eigentlichen Uebergangsformationen, sondern auch in den unteren Etagen der Steinkohlenformation mancher Länder eine sehr wichtige Rolle spielen; wie denn z. B. die meisten Grauwacken-Regionen des Harzes, von welchen doch der Name Grauwacke ausgegangen ist, neuerdings als solche Territorien erkannt worden sind, welche der unteren Steinkohlenformation zugerechnet werden müssen. Wenn also Grauwacken und ähnliche Gesteine in sehr verschiedenen Formationen vorkommen, so kann man ...ch nicht von einer bestimmten Grauwackenformation sprechen. Dennoch aber ...ibt es beachtenswerth, dass die genannten Gesteine ganz besonders im Gebiete ...r vier ältesten paläozoischen Formationen aufzutreten pflegen.

1. Grauwacke. Die körnige oder gemeine Grauwacke (I, 663) wurde ...ahre 1800 von Mohs als ein vollkommener Sandstein bezeichnet, und folgendermaassen charakterisirt: »Runde und eckige Körner, sämmtlich mehr oder ...ier abgeführte Geschiebe und keineswegs als ursprünglich anzusehen*), ...durch eine erdige Masse verbunden; die Körner bestehen aus Quarz, aus ...elschiefer und selbst aus einem älteren Thonschiefer von meist grau... ...hwarzer Farbe; das Bindemittel ist eine Thonschiefermasse, welche mehr ... weniger von einer Quarzauflösung durchdrungen gewesen sein ..., die Grösse der Körner von kaum sichtbarer bis zur Nuss-Grösse; häufig ... kleine gelbliche oder silberweisse Glimmerblättchen; die gemeine Grau...ke ist von ungemeiner Festigkeit und sehr schwer zersprengbar; charakteristisch für sie sind unbestimmt eckige Bruchstücke, ohne die mindeste ...e von schiefriger Textur u. s. w.« Mit dieser Beschreibung stimmt sehr ... überein, was Heim ein paar Jahre später über die Grauwacke des Thüringer Waldes sagte: die Grauwacke ist, wie der Granit, ein gemengtes, ein ... verschiedenartigen Körnern zusammengesetztes Gestein; die Körner ...d meist grau und schwarz, doch giebt es auch weisse, rothe, gelbliche und ...che; der Masse nach pflegen aber die grauen und schwarzen Körner vorwalten; sie bilden oft neun Zehntheile des Ganzen, und bestehen aus Thon-

---

* In v. Moll's Ephemeriden der Berg- und Hüttenkunde, III, S. 55. Später hat sich ... Mohs der, schon von Heim und Anderen geltend gemachten Ansicht zugewendet, ... Grauwacke ein chemisches und krystallinisches Gebilde sei.

und Kieselschiefer; die übrigen Körner sind besonders Quarz, welcher weiss, oder blaulich wie Opal, und Feldspath, welcher gelblich oder röthlich zu sein pflegt. Glimmerblättchen sind in der körnigen Grauwacke selten, die Quarzkörner sind meist rund, die anderen Körner gewöhnlich eckig. Im Ganzen ist die Grauwacke am Thüringer Walde kleinkörnig und mittelkörnig, die grobkörnigen Varietäten finden sich strich- und partieenweise in der übrigen, andere Varietäten gehen durch fortwährende Verfeinerung in das Dicht über; (Thür. Wald, II, 4. Abth. S. 245 ff.).

Beide Beschreibungen vereinigt geben in der That eine sehr richtige Vorstellun von der körnigen Grauwacke. Als einen wesentlichen Punct glauben wir besonder die polymere, d. h. die aus Körnern verschiedener Gesteine und Mineralie gebildete Zusammensetzung derselben hervorheben zu müssen, wie diess nicht nu Mohs und Heim von der teutschen, sondern auch Macculloch und Horner (*Trans.* *the geol. soc. II,* 444 und *III,* 342) von der Schottischen und Englischen Grauwack angeben, und Hitchcock für diejenige Varietät der Nordamerikanischen Grauwack bestätigt, welche er *classical greywacke* nennt; (*Rep. on the Geol. of Mass.* 25 Auch stimmen damit die aus allen übrigen Ländern bekannt gewordenen Beschre bungen überein. Das sehr gewöhnliche Vorkommen von Feldspathkörnern neb den Körnern von Quarz, Kieselschiefer und Thonschiefer ist noch späterhin v Walchner hervorgehoben worden*); bisweilen werden sie ziemlich gross, und b den dann eine recht auffallende Erscheinung, weil sie gewöhnlich sehr frisch u unzersetzt zu sein pflegen. So z. B. zwischen Rottluf und Röhrsdorf unweit Chem nitz in Sachsen, und nach Grandjean in der Grauwacke von Nieder-Rossbach Herzogthum Nassau; (Neues Jahrb. für Min. 1849, 187).

Während die Grauwacke bei immer grobkörnigerer Entwickelung in Bre cien und Conglomerate übergeht, so erreicht sie durch fortwährende Verfein rung ihres Kornes, bei gleichzeitigem Zurücktreten der Quarz- und Kieselschi ferkörner und Vorwalten des thonigen Bindemittels, einen pelitischen Zustan in welchem man sie dichte Grauwacke genannt hat; sie erscheint dann w ein homogenes Gestein von geringerer Härte und von einem Bruche, welc muschlig bis uneben im Grossen und feinsplittrig oder feinerdig im Kleinen i

Zu diesen höchst feinkörnigen bis dichten Grauwacken dürfte noch Conybe der sogenannte *dunstone* in Devonshire, nach Cotta mancher sogenannte Blaust in der Lausitz gehören, wie denn dergleichen Varietäten in den meisten Geb der Uebergangsformationen vorkommen.

Obwohl graue Farben als die gewöhnlichen und herrschenden der Gra wacke zu betrachten sind (I, 663), so finden sich doch auch bisweilen röthlic braune und rothe, oder gelblichbraune Varietäten, welche ihre Farbe einer B mischung von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat zu verdanken haben. Häu

*) Delesse versteht unter Grauwacke jedes sedimentäre Gestein, in welchem sich klinische Feldspathkrystalle entwickelt haben; *Ann. des Mines,* 1858, *t. III, p.* 748. W auch diese Definition meines verehrten Freundes den Grauwacken der Vogesen entspr mag, so kann sie doch in solcher Allgemeinheit unmöglich gelten, denn sonst würden Kalksteine des Col de Bonhomme (I, 708, Anm.), in denen sich viele kleine Albitkr gebildet haben, gleichfalls als Grauwacken gelten müssen. Köchlin-Schlumberger ist gens der Ansicht, dass die Feldspathkörner der Grauwacke von Thann klastische mente, und nicht in der Grauwacke gebildete Krystalle sind. *Bull. de la soc. géol.* 1859, *p.* 680 ff.

wird die körnige Grauwacke von Quarzadern durchzogen, was zumal bei vorwaltendem kieseligem Bindemittel, bisweilen aber in dem Grade der Fall ist, dass die Quarzadern ein förmliches Netzwerk bilden.

Diese Quarzgänge *en miniature* lassen oft alle die Verhältnisse der Durchsetzung, Verwerfung, Schleppung u. s. w. wahrnehmen, welche die Erzgänge im grösseren Maassstabe zu zeigen pflegen, so dass man recht instructive Belegstücke über diese Verhältnisse aus solcher von vielen Quarzadern durchschwärmten Grauwacke sammeln kann.

Die körnige Grauwacke tritt oft in äusserst mächtigen Schichten auf, ist auch bisweilen sehr undeutlich geschichtet, und erhält dann nicht selten das Ansehen eines massigen Gesteins (I, 460), zumal, wenn sie zugleich der unregelmässig polyëdrischen Zerklüftung unterworfen ist; sie steht zuweilen im Ganzen an, sagte Heim, fast wie Granit, gewöhnlich aber in Schichten von 2 bis 12 Fuss Mächtigkeit. Obgleich übrigens die so eben erwähnte unregelmässige Absonderung am häufigsten vorkommt, so sind doch auch bisweilen kugelige Gesteinsformen mit oder ohne concentrisch-schaliger Absonderung zu beobachten. Auch zeigt die Grauwacke in solchen Districten, wo die mit ihr wechselnden schiefrigen Gesteine der transversalen Schieferung unterworfen sind, nicht selten eine gleichsinnige transversale Plattung oder plattenförmige Absonderung; (I, 477).

Einige Beispiele der sphäroidischen Structur wurden bereits im ersten Bande S. 441 angeführt. Schon Heim erwähnte in der Grauwacke des Thüringer Waldes kugelige Partieen, die meist feinkörniger und fester als ihre Umgebung sind; Erbreich gedachte ähnlicher Kugeln von der Martinsknipp im Aarthale in Rheinpreussen, und Baur berichtet, dass bei Welmich am linken Rheinufer eine ganze Schicht concentrisch-schalige Kugelbildungen zeige, welche sich übrigens an vielen Orten in der Grauwacke vorfänden; (Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 15, 1840, [illegible]). Tantscher gab zwischen Hockerode und Oberlockwitz unweit Camsdorf concentrisch-schalige Kugeln von vielen Ellen Durchmesser an; (Karstens Archiv, Bd. 19, 1829, 333). Dass alle diese Kugeln als Concretionsgebilde zu betrachten sind, dafür liefern die von Richter bei Saalfeld beobachteten Grauwacken-Sphäroide den Beweis, welche zuweilen in ihrer Mitte ein Stück petrificirtes Holz umschliessen; (I, 492).

2. Polygene Conglomerate. Wenn die in der grobkörnigen Grauwacke enthaltenen Körner und Brocken grösser werden, so bilden sich conglomeratartige Gesteine aus, deren Gerölle und Geschiebe gewöhnlich von körniger, schiefriger oder dichter Grauwacke umschlossen werden, wohl auch bisweilen selbst aus Grauwacke bestehen, während sie ausserdem von sehr verschiedenen Gesteinen abstammen können, weshalb sie denn gewöhnlich den Charakter von polygenen Conglomeraten besitzen; (I, 398 und 682). Dergleichen Conglomerate gehören zwar nicht gerade zu den sehr häufigen und ausgedehnten Vorkommnissen, wie denn die Conglomerate überhaupt als mehr locale Bildungen zu betrachten sind: sie können jedoch in allen möglichen Niveaus der Uebergangsformationen auftreten, und finden sich nicht selten an der untersten Grenze der silurischen oder devonischen Formation, oder auch einzelner Etagen derselben, in welchem Falle der Anfang derjenigen sedimentären Operatio-

nen sehr deutlich bezeichnet ist, durch welche die weiter aufwärts folgenden Schichten gebildet wurden.

Schon Saussüre hob es als eine sehr wichtige Thatsache hervor, dass man fast immer zwischen den letzten primitiven und den ersten sedimentären Schichten grobe Sandsteine oder Conglomerate abgelagert finde; (*Voy. dans les Alpes*, §. 594). und wirklich scheint in vielen Fällen die Bildung einer Sedimentformation mit conglomeratartigen Ablagerungen eröffnet worden zu sein, welche sich freilich nicht immer durch das ganze Areal, sondern vorzüglich nur an den ursprünglichen Rändern ihres Verbreitungsgebietes vorfinden werden, für welche sie oft recht bezeichnend sein dürften. Die groben Conglomerate bei Hartmannsgrün, unweit Oelsnitz in Sachsen, bilden in der That die untersten Schichten der ganzen dortigen Uebergangsformation.

Heim und v. Hoff beschrieben ein polygenes Conglomerat mit Thonschiefercäment von Oberhaslach am Thüringer Walde; die zum Theile faustgrossen Geschiebe bestehen aus Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Grünstein und anderen Gesteinen; dessungeachtet aber wollte sie Heim nicht für Geschiebe, sondern für Nieren oder Concretionen erklären, weil er nun einmal von der Meinung befangen war, dass die Grauwacke ein ursprüngliches und chemisches Gebilde, also kein klastisches Gestein sei. Eben so erwähnte er vom Schneidemühlberge bei Tettau und vom Spitzberge bei Jagshof unweit Judenbach grosskörnige Grauwacken mit runden Geschieben; (Thür. Wald, II, 4. Abth. 259). Der von Reichenbach sogenannte Lathon, eine devonische Grauwackenbildung bei Blansko in Mähren, erscheint zwischen Malostowitz und Czebin als ein Conglomerat mit rundlichen Quarzblöcken bis zur Grösse eines Cubiklachters; und Gumprecht sah unweit Przibram in Böhmen, zwischen Dubno und Dubenitz, körnige Grauwacke mit häufigen Einschlüssen von Quarz und Porphyr, bei Dubenitz selbst feinkörnige, dunkelgrünlichgraue Grauwacke mit ungemein vielen runden und eckigen Bruchstücken von Granit, Quarz, Thonschiefer und Felsitporphyr, endlich bei Modrzowitz eine Grauwacke mit sehr vorwaltenden Fragmenten von Porphyr, Granit, Kieselschiefer und Thonschiefer (Karstens Archiv, Bd. 10, 1837, S. 526 f.) Von den gleichfalls granitführenden Grauwackenconglomeraten am Harze und in anderen Gegenden ist bereits oben S. 252 die Rede gewesen. Hitchcock gedenkt aus Massachusetts ähnlicher Conglomerate, welche aus Geschieben von Granit, Syenit, Porphyr, Quarz, Thon- und Kieselschiefer, sowie aus einem von feinerem Schutte derselben Gesteine gebildeten Cämente bestehen. Alle solche Conglomerate liefern den Beweis, dass es in den genannten Gegenden schon Granite und Porphyre gegeben haben muss, ehe die betreffenden Schichten der Uebergangsformation gebildet wurden. Nach Carrick-Moore enthält auch die silurische Formation der Lammermuirs in Schottland am Corswall-Point sehr grobe Conglomerate mit zoll- bis fussgrossen, völlig abgerundeten Geröllen von quarzfreiem Porphyr, Syenit, Serpentin u. a. Gesteinen; ja, diese Gerölle erlangen zum Theil einen Durchmesser von 3 bis 5 Fuss; dagegen sah Nicol die dortige Grauwacke anderwärts breccienartig durch grosse Thonschieferfragmente; (*Quarterly Journal of the geol. soc. V*, 7 und *IV*, 19?). Stevenson beobachtete auf der Insel Little-Ross in Kirkcudbrightshire ein Conglomerat, dessen Gerölle grösstentheils aus Grauwacke bestanden; (*Edinb. new ph. Journ. vol.* 35, 1843, *p.* 84). Nach Griffith werden in Galway (Irland) die silurischen Schiefer von gewaltigen Conglomeratmassen bedeckt, welche völlig abgerundete Granitgerölle bis zu einer Tonne Gewicht enthalten.

3. Grauwackenschiefer. Wenn die körnige Grauwacke feinkörniger und zugleich immer reicher an Glimmerschuppen wird, so geht sie zuvörderst in schiefrige Grauwacke über, deren dickschiefrige Structur entweder

stetig, oder mit Intervallen ausgebildet ist, je nachdem die Glimmerschuppen dem Gesteine gleichmässig eingestreut, oder nur auf den Fugen der dünnplattenförmigen Schichten und Gesteinslagen abgelagert sind. Bei fortwährendem Ueberhandnehmen der immer feineren Glimmerschuppen und des thonigen Bindemittels gelangt man endlich in den Grauwackenschiefer, dessen wichtigste Eigenschaften schon im ersten Bande S. 664 angegeben worden sind. Wir fügen nur noch hinzu, dass zwar aschgrau und andere graue Farben bis schwärzlichgrau seine gewöhnlichsten Farben sind, dass er aber auch bisweilen grünlich, roth und röthlichbraun gefärbt, und in seinen dunkelgrauen bis schwarzen Varietäten dem Ausbleichen unterworfen ist, weshalb solche an der verwitterten Oberfläche licht aschgrau erscheinen. Auch ist der Grauwackenschiefer oft mit wulstigen, schwieligen, striemigen, oder wellenfurchigen Schichtungsflächen versehen, wie er denn überhaupt in seinem ganzen Habitus mehr oder weniger an schlammartige Sedimente erinnert. Auf den Spaltungsflächen sind meist zahlreiche weisse Glimmerschüppchen zu erkennen.

Die Glimmersandsteine oder Micopsammite (I, 663) schliessen sich unmittelbar an die sehr glimmerreichen schiefrigen Grauwacken und Grauwackenschiefer an, von welchen sie sich besonders dadurch unterscheiden, dass die oft ziemlich grossen Glimmerschuppen ganz dicht über einander liegen, und nur durch ein sehr sparsames Bindemittel zusammengehalten werden.

4. Thonschiefer, (*Térenite d'Aub.*). Die Thonschiefer der Uebergangsformationen werden zwar bisweilen, bei lichten Farben, vollkommener Spaltbarkeit und glänzenden Spaltungsflächen, den Urthonschiefern so ähnlich, dass sie von selbigen nur noch durch ihre Lagerung oder durch ihre Zugehörigkeit zu fossilhaltigen Schichtensystemen unterschieden werden können; doch haben die charakteristischen Varietäten gewöhnlich ein eigenthümliches, mehr pelitisches als krystallinisches Ansehen, graue bis schwarze Farben, matte oder nur schimmernde Spaltungsflächen, sowie eine minder vollkommene und (in Folge der transversalen Schieferung) sehr häufig eine zweifache Spaltbarkeit, vermöge welcher sie sich in rhombische Prismen, Stängel oder Griffel zerschlagen lassen.

Schon im Jahre 1783 zeigte Habel, dass keineswegs aller Thonschiefer zu den primitiven Bildungen gehöre; wenige Jahre darauf unterschied Werner in seiner Classification der Gebirgsarten den uranfänglichen und den flötzartigen Thonschiefer, und 1794 suchte v. Beroldingen zu beweisen, dass nur die wenigsten sogenannten Thonschiefer als primitive Gesteine zu betrachten seien. Diese Ansicht hat sich auch in der Folgezeit immer mehr bestätigt; gegenwärtig wollen viele Geologen gar keinen primitiven Thonschiefer mehr zugestehen, und alle Gesteine dieses Namens den Uebergangsformationen zuweisen. Indessen glauben wir doch, gewisse sehr krystallinische Thonschiefer, welche unmittelbar auf Glimmerschiefer gelagert zu sein pflegen, keine Spur von organischen Ueberresten enthalten, und mit gar keinen fossilhaltigen Schichten verbunden sind, noch als primitive Thonschiefer betrachten zu können, wie solches oben S. 115 f. geschehen ist.

Stark glänzende und auf ihren Spaltungsflächen regelmässig gestreifte

oder gefältelte Thonschiefer dürften im Gebiete der Uebergangsformationen eine seltnere Erscheinung bilden, als im Gebiete der Urschieferformation, wo sie recht eigentlich zu Hause sind. Dennoch sind sie bereits in mehren Ländern, namentlich im Gebiete der cambrischen und silurischen Formation nachgewiesen worden, theils ausserhalb des Bereiches, theils in der Umgebung von Granitmassen, in welchem letzteren Falle sie als metamorphische Schiefer zu beurtheilen sein dürften. Zu diesen gehören auch manche Fleckschiefer, Knotenschiefer, Chiastolithschiefer, dergleichen sich bisweilen aus den cambrischen, silurischen und selbst devonischen Thonschiefern dort herausbilden, wo solche mit grossen Ablagerungen von Granit, Syenit und anderen eruptiven Gesteinen in Contact treten.

Ausser den grauen und schwarzen Farben kommen noch bei allen diesen Schiefern besonders grüne, gelbe, rothe und violette Farben vor; die grünen Farben dürften in einer innigen Beimengung von Chlorit begründet sein, während die rothen und röthlichbraunen Farben von Eisenoxyd herrühren, welches bisweilen so reichlich vorkommt, dass die betreffenden Schiefer als Eisensteine zu benutzen sind. Manche Schiefer zeigen eine sehr feine transversale Farbenstreifung, andere eine gebänderte, geflammte, gewolkte und gefleckte Farbenzeichnung, an welcher sich zumal die grünen und die rothen oder violetten Farben betheiligen.

Mit Eisenoxyd sehr reichlich imprägnirte Schiefer finden sich z. B. nach Tantscher bei Gräfenthal, und nach Richter bei Saalfeld in Thüringen; eben so nach Baur zwischen Mausbach und Vicht unweit Stollberg in Rheinpreussen, nach Sedgwick und Murchison in der zweiten Gruppe des Schiefergebirges von Devonshire, zwischen den Quantock-hills und Linton. — Die Wetzschiefer sind eigenthümliche, meist gelb, licht gelblichgrau bis grünlichgrau gefärbte Thonschiefervarietäten von sehr feiner, homogener und compacter Masse und mittleren Härtegraden; sie treten zwischen anders gefärbten Schiefern in schmalen Schichten oder dünnen Lagen auf, welche bei transversaler Schieferung bis zur Täuschung das Ansehen von gangartigen Bildungen gewinnen können. So ist z. B. das Vorkommen des berühmten Wetzschiefers von Salm-Chateau, Ottrez und Bihain in den Ardennen.

Unter den accessorischen Bestandtheilen ist Pyrit der gewöhnlichste; in den metamorphischen Schiefern aber finden sich nicht selten Chiastolithkrystalle und noch häufiger jene dunkelfarbigen kleinen Concretionen ein, durch welche sie als Fleckschiefer und Knotenschiefer erscheinen. Von accessorischen Bestandmassen sind Nester und Trümer von Quarz, Nieren und Wülste von härterer, festerer Thonschiefermasse und von Eisenkies nicht so gar selten; vor allen aber verdienen die abgeplatteten Nieren und Schwülen von Kalkstein erwähnt zu werden, welche von einem Zoll bis zu einem oder mehren Fuss im Durchmesser und gewöhnlich in grosser Anzahl beisammen vorkommen; dabei lassen sie stets eine regelmässige lagenweise Vertheilung erkennen, indem sie innerhalb einer und derselben Schichtungsfläche neben einander liegen, was sich gewöhnlich in mehren auf einander folgenden Schichten wiederholt, so dass sie, aus der Ferne gesehen, wie Schnuren oder Ketten

von Kalkstein-Nieren erscheinen, an welchen die wahre Lage der Schichten auch dann noch zu erkennen ist, wenn solche durch transversale Schieferung gänzlich maskirt sein sollte.

In solchen Fällen bilden diese Reihen von Kalksteinschwülen eine sehr auffallende Erscheinung, weil sie die Schieferung des Gesteins unter kleineren oder grösseren, ja bisweilen unter rechten Winkeln durchschneiden. Es würde überflüssig sein, Beispiele von dem Vorkommen solcher Kalksteinnieren anzuführen, da sie in denjenigen Gegenden, wo die Thonschiefer und Grauwackenschiefer sehr vorwalten, zu den ziemlich häufigen Erscheinungen gehören. Sie sind meist stark abgeplattet, und gewöhnlich linsenförmig bisweilen aber auch unregelmässig gestaltet; da sie oft Fossilien umschliessen, so hat man ihnen alle Aufmerksamkeit zu schenken *). Die aus einer compacten, thonschieferähnlichen Masse bestehenden Nieren haben ähnliche Formen; ein sehr ausgezeichnetes Beispiel erwähnt Keyserling vom Pulnajagora oder Kugelberge im Petschoralande, wo ein schwarzer silurischer Thonschiefer mit einer ungeheuren Menge Kugeln von der Grösse einer Flintenkugel bis zu der einer Kartätschenkugel erfüllt ist, welche aus derselben Substanz zu bestehen scheinen, wie der Schiefer; (Wissensch. Beobachtungen auf einer Reise in das Petschoraland, S. 363). Auf ähnliche Weise kommt auch der Pyrit bisweilen in recht vollkommenen Kugeln, öfter jedoch in abgeplatteten Concretionen vor. Heim beschreibt solche Pyritnieren von Gäberndorf im Thüringer Walde, welche bis zu einem Fuss und darüber im Durchmesser haben, von einer Thonschieferschale umgeben werden, bisweilen auch concentrisch schalig aus Pyrit- und Schieferlagen zusammengesetzt sind, in grosser Menge vorkommen und nicht selten reihenförmig neben einander liegen. Uebrigens bildet der Pyrit auch oft Lagen, Schnüre und Adern. Hier und da hat sich auch Eisenoxyd in Nieren concentrirt, wie z. B. in der Gegend von Alençon, wo ein sehr weicher Schiefer abgeplattete Sphäroide umschliesst, die stark mit Eisenoxyd imprägnirt und zugleich ganz erfüllt von Fossilien sind, sowie in der Gegend von Düren, wo der Thonschiefer stellenweise theils Sphärosideritkugeln, theils Nester von Brauneisenerz enthält. —

Die meisten Dachschiefer gehören den Thonschiefern der Uebergangsformationen an. Sie sind nämlich solche Varietäten von Thonschiefer, welche vermöge ihrer sehr vollkommenen und ebenflächigen Spaltbarkeit, ihrer Homogenität, ihrer angemessenen Härte und Festigkeit, sowie vermöge ihrer Dauerhaftigkeit vorzüglich geeignet sind, als Deckmaterial für Dächer benutzt zu werden. Diese Dachschiefer bilden innerhalb der übrigen Schiefer besondere Lage oder Zonen, welche sich mehr oder weniger weit verfolgen lassen, und bisweilen mehrfach wiederholen; doch gehen auch bisweilen andere Schieferarten stellenweise in Dachschiefer über. Die dunkel blaulichschwarzen Varietäten lassen sich zugleich als Tafelschiefer zu Schreibtafeln gebrauchen.

Griffelschiefer nennt man diejenigen Varietäten, welche mit ausgezeichneter griffelförmiger Absonderung die gehörige Feinheit, und den erforderlichen Grad der Festigkeit und Härte verbinden, um zu Schieferstiften verarbeitet werden zu können. Dagegen sind Zeichnenschiefer sehr weiche und feinerdige, kohlen-

* Richter ist der Ansicht, dass die in den Schiefern des Thüringer Waldes vorkommenden Kalkstein-Nieren Geschiebe sind, welche weit hergeschwemmt worden. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. III, 552, und Neues Jahrb. für Min. 1852, 159 f.

reiche Varietäten von dickschiefriger Absonderung, welche in vierkantige Stifte ge schnitten, als sog. schwarze Kreide benutzt werden.

Man kennt besonders gute Dachschiefer am Harze bei Goslar, Lautenthal un Blankenburg; im Herzogthum Nassau bei Rüdesheim, St. Goarshausen, Caub un Wissenbach; am Thüringer Walde bei Lehesten, Gräfenthal und Sonnenberg, i Frankreich bei Angers, in Belgien bei Fumay und Rimognes, an welchem letztere Orte unterirdische Schieferbrüche betrieben werden. Doch dürften diese Belgi schen Schiefer, eben so wie viele Sächsische, schon mehr der Urschieferformatio oder doch wenigstens der cambrischen Formation angehören; unzweifelhaft cam brisch sind die vortrefflichen Dachschiefer am Passe von Llanberis in Nordwal Berühmte Tafelschieferbrüche finden sich am Thüringer Walde bei Lehesten Probstzella und Gräfenthal, die dortigen Griffelschiefer aber werden nur in de Gegend von Sonnenberg und Steinach gewonnen. Sie bilden Schichten, welch sich vom übrigen Thonschiefer scharf absondern, und bei ihrer sehr steilen Lag fast wie Gänge ausnehmen; die griffelförmige Absonderung setzt gänzlich oder be nahe rechtwinkelig durch diese Schichten hindurch, ohne die sie einschliessende Schichten zu betreffen.

5. Alaunschiefer, (*Ampélite*). Wenn sich der Kohlenstoffgehalt de dunkelgrauen und schwarzen Thonschiefer noch mehr anhäuft, so entstehe jene ganz schwarzen und sehr kohligen, bisweilen auch bituminösen Schiefer welche man deshalb, wie sie wegen ihres oft reichlichen Eisenkiesgehalte zur Bildung von Vitriol und Alaun*) geeignet sind, Alaunschiefer genannt ha Man unterscheidet sie wohl als glänzende und gemeine Alaunschiefer, j nachdem der Kohlenstoff auf den Fugen und Klüften des Gesteins in stark glä zenden (bisweilen schön buntfarbig angelaufenen) Anthracit-Membranen aus geschieden ist, oder nicht; welches erstere jedoch nur bei den sehr kieselige und harten Varietäten vorzukommen pflegt. Die gemeinen Alaunschiefer sin aber mitunter so kohlig und bituminös, dass sie bis zu einem gewissen Grad brennbar werden; (Bornholm, Modum und Enerhougen bei Christiania); ihr Farbe ist dann braunlichschwarz.

Dass die Alaunschiefer oft in der unmittelbaren Nähe von Kalksteinlager vorkommen, ist schon von Heim bemerkt worden; doch finden sie sich auc mitten zwischen gewöhnlichen Schiefern, zumal als Begleiter der schwarze Kieselschiefer, auch zwischen Kalksteinschichten; jedenfalls aber bilden s nur untergeordnete Lager und Schichtensysteme innerhalb der vorherr schenden Gesteine. Wo sie zwischen Kalksteinschichten auftreten, da pflege sie häufig sphäroidische Nieren oder Lenticularmassen von bituminösem Kalk stein, auch wohl zuweilen Faserkalklagen oder Kalkspathtrümer zu umschlie sen. Endlich gehören Pyrit- oder Leberkiesnieren zu den nicht seltenen, un Kugeln einer sehr compacten, alaunschieferähnlichen Masse zu den bisweilig Accessorien. Uebrigens sind manche Alaunschiefer reich an organischen Uebe resten.

Die vorerwähnten, oft mehre Fuss im Durchmesser erreichenden Concretione von bituminösem Kalk zeigen mancherlei Verschiedenheiten, bestehen aber gew ich

*) Forchhammer hat gezeigt, dass die Skandinavischen und Bornholmer Alaunschie fer auch einen nicht unbedeutenden Gehalt an Kali besitzen.

lich aus braunlichschwarzem Stinkkalk oder aus kohlschwarzem Anthrakonit. Oft sind sie in der Mitte dicht, und nach aussen körnigschuppig oder stänglich und spathig ausgebildet, wobei sie bisweilen in ihrer Median-Ebene von einer weissen oder grauen Kalksteinlage durchsetzt werden (Hönssäter in Westgothland, Garphytta in Nerike), wie sie sich denn auch nicht selten nach dieser grössten Durchschnittsfläche spalten lassen, oder bei der Verwitterung in zwei Hälften absondern. Im Innern sind sie bisweilen zerklüftet, und enthalten daselbst Krystalle von Eisenkies, Zinkblende, Baryt oder Bergkrystall (Bornholmer Diamanten). Sie beherbergen oft viele organische Ueberreste, und sind daher von besonderer Wichtigkeit. — Bei Andrarum in Schonen kommen auf ähnliche Weise zoll- bis über fussgrosse ellipsoidische Nieren von krummblättrigem oder strahligem, graulichschwarzem **Baryt** (sog. Hepatit) vor.

6. **Brandschiefer.** Im südlichen Theile der Timankette, an der Uchta, unter 63⁰½ nördl. Breite, findet sich nach Keyserling innerhalb der devonischen Formation ein wenigstens 800 Fuss mächtiges Schichtensystem, dessen Gestein von den Landeseinwohnern **Domanik** genannt wird, und allen seinen Eigenschaften nach als eine Varietät von Brandschiefer betrachtet werden muss. Sehr ausgezeichnete Brandschiefer kommen, gleichfalls in der devonischen Formation, in Nordschottland, zumal in Caithness und auf den Orkaden vor. Ähnliche, sehr bituminöse und daher brennbare Gesteine, welche jedoch nicht sowohl eine schieferige, als eine mergelige Beschaffenheit zeigen, kennt man in der silurischen Formation Ehstlands.

Nach den Mittheilungen von Eichwald und Friedrich Schmidt erscheint dieser sogenannte Brandschiefer in Ehstland als ein rothbrauner, bisweilen schieferiger Mergel, welcher bis 70 Procent an flüchtigen, brennbaren Bestandtheilen enthält, übrigens reich an sehr wohl erhaltenen organischen Ueberresten, und in der tieferen Etage der dortigen Untersilurformation sehr verbreitet ist. Eichwald, Neues Jahrb. für Min. 1855, S. 852; Schmidt, in Unters. über die Sil. Form. von Ehstland. 1858, S. 50. Die devonischen Brandschiefer Nordschottlands enthalten nach der Analyse von Hofmann 30 Procent flüchtige Substanzen, liefern ein gutes Leuchtgas, treffliche Steinplatten, und zahlreiche Ueberreste von Fischen; wegen ihres Bitumengehaltes und ihrer Spaltbarkeit in schöne Platten werden diese, in den Gegenden ihres Vorkommens vielfach ausgebeuteten Schiefer oft als *bituminous flagstones* aufgeführt. Interessant ist es, dass auch in ihnen, wie in so manchen Brandschiefern anderer Formationen, eine *Estheria* ausserordentlich häufig vorkommt. Murchison, in *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 15. 1859, *p.* 394 ff.

Der Domanikschiefer ist dunkelbraun bis sammtschwarz, im Strich kaffeebraun und glänzend, dünnschichtig und schiefrig, mild, hat das spec. Gewicht 1,654, und brennt leicht mit einer rusenden Flamme, was in einem sehr grossen Gehalte an Bitumen begründet ist, in Folge dessen er beim Ausglühen einen Gewichtsverlust von 48 Procent erleidet. Dieser Domanikschiefer ist sehr reich an brodförmigen Nieren eines feinkörnigen, dunkelgrauen Kalksteins, welcher von Versteinerungen strotzt, während der Schiefer selbst sehr arm daran ist. (Graf Keyserling, Wissensch. Beobb. auf einer Reise in das Petschoraland, S. 396 f.)

7. Noch sind der **Schieferthon** und der **Thon** selbst, sowie der **Schieferletten** (I, 665) als bisweilige Gesteine der Uebergangsformationen zu erwähnen; in der silurischen Formation Südschottlands und in den devonischen Etagen mancher andrer Gegenden treten **Schieferthone** auf, welche

sich petrographisch von denen der Steinkohlenformation nicht unterscheiden lassen. In der silurischen Formation der Umgegend von Petersburg aber wird die untere Etage von einer sehr mächtigen Ablagerung blauen **Thones** gebildet, der in den meisten seiner Eigenschaften mit den neuesten Thonbildungen übereinstimmt. Rothe oder bunte, grün gefleckte oder gestreifte **Schieferletten** und eben dergleichen Mergel, ganz ähnlich denen des Rothliegenden, spielen aber in manchen Gegenden der Uebergangsformation eine eben so wichtige Rolle, als in der genannten Sandsteinbildung der permischen Formation.

Sie erscheinen z. B. in der Begleitung von Gyps und Steinsalz oder Salzquellen in der silurischen Formation des Staates New-York, in Oneida, Onondaga und vielen anderen Grafschaften, auf ähnliche Weise in der devonischen Formation Russlands, und gewinnen, zugleich mit rothen Sandsteinen, eine ausserordentliche Bedeutung in dem *old red sandstone* von Herefordshire und am Fusse der Malvern-Hills.

§. 314. *Sandsteine, Quarzite und Kieselschiefer.*

Nächst den Grauwacken, Grauwackenschiefern und Thonschiefern sind ihrem Vorwalten nach, die quarzigen und kieseligen Gesteine als die wichtigsten Materialien der Uebergangsformationen zu betrachten. Sie erscheinen theils als klastische Gesteine, wie die Conglomerate und viele Sandsteine, theils als krystallinische Gesteine, wie die Quarzite und manche Sandsteine, theils auch als zweifelhafte und möglicherweise porodine (I, 393) Gesteine, wie die Kieselschiefer und Lydite.

1) **Sandsteine.** Sie schliessen sich unmittelbar an die körnige Grauwacke an, von welcher sie sich insbesondere dadurch unterscheiden, dass ihre Körner ausschliesslich oder doch sehr vorwaltend aus Quarz bestehen, und dass ihr Cäment nicht thonschieferartig ist.

Schon Lasius unterschied am Harze die Sandsteine von der Grauwacke, obwohl er einen Uebergang zwischen beiden anerkannte; Hausmann beschrieb sie anfangs als feinkörnige Grauwacke, führte sie aber später unter dem Namen Uebergangssandstein ein; (Norddeutsche Beiträge zur Berg- und Hüttenkunde, 4. Stück 1810, 73).

Die Sandsteine der Uebergangsformation sind gewöhnlich kleinkörnig bis sehr feinkörnig, indem sie hauptsächlich von sehr kleinen scharfkantigen Quarzkörnern gebildet werden, zwischen denen sich jedoch bisweilen mehr oder weniger Feldspathkörner oder Kaolinkörner, auch wohl sparsame, weisse oder gelbliche Glimmerschuppen einfinden. Werden die Feldspathkörner zahlreicher, so erhält das Gestein ein porphyrähnliches Ansehen oder auch eine arkosähnliche Beschaffenheit; (Bornholm, Neusohl in Ungarn, *pierre des Sarsins* in den Ardennen). — Das Bindemittel dieser Sandsteine ist entweder Kiesel, oder Thon und Kaolin, oder Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, oder kalkig, und hiernach bestimmen sich besonders ihre Farbe und Consistenz. Manche Sandsteine lassen fast gar kein Bindemittel erkennen, indem die Quarzkörner unmittelbar an einander gefügt und gewachsen sind, in welchem Falle das Ge-

stein oft poros und von sehr krystallinischem Ansehen erscheint, wohl auch häufig als ein krystallinischer Quarzpsammit (I, 529) zu betrachten sein dürfte.

Die Farben sind weiss und grau in allen Nüancen, zumal gelblich-, röthlich- und grünlichweiss und grau, auch gelb, roth, braun und grün; zuweilen kommt eine gestreifte, gebänderte, gewolkte oder gefleckte Farbenzeichnung vor; besonders sind die rothen, thonigen Sandsteine oft grünlich gefleckt oder gestreift. In seltenen Fällen werden sie so reich an Eisenoxyd, dass sie mit Recht als Eisensandsteine bezeichnet werden können, wie z. B. nach Casiano de Prado ein devonischer Sandstein in der Provinz Leon in Spanien, der 20 bis 40 Procent Eisenoxyd enthält, und dabei mächtige und weit fortsetzende Schichtenzüge bildet.

Von accessorischen Bestandtheilen sind, ausser den bereits genannten häufig vorkommenden Feldspathkörnern und Glimmerschuppen, als ein paar seltnere Vorkommnisse Glaukonit (Bornholm, Petersburg) und kleine Kalksteinkugeln zu erwähnen, welche dem Gesteine ein rogensteinähnliches Ansehen verleihen; (Narwa in Ehstland). Durch überhandnehmenden Glimmer erhalten diese Sandsteine eine schiefrige Structur, oder auch eine plattenförmige Absonderung, wenn die Glimmerschuppen auf den Schichtungsfugen versammelt sind; tritt auch gleichzeitig das thonige Bindemittel reichlicher ein, so kommen endlich weiche Sandsteinschiefer zum Vorschein, welche, nach Maassgabe ihrer Farbe, Uebergänge in Schieferthon oder in Schieferletten vermitteln.

Die Sandsteine mit kieseligem Bindemittel werden sehr häufig nach allen Richtungen von weissen, krystallinischen, z. Th. drusigen Quarzadern durchschwärmt; Kalkspathadern kommen wohl nur in denjenigen Sandsteinen vor, deren Bindemittel mehr oder weniger kalkig ist, während die thonigen Sandsteine auf ihren Klüften nicht selten mit eisenschüssigem Thone erfüllt sind.

Die Sandsteine der Uebergangsformationen sind theils sehr deutlich geschichtet, sogar plattenförmig abgesondert, theils mächtig und undeutlich geschichtet; ja bei manchen kieseligen und eisenschüssigen Sandsteinen verschwindet die Schichtung fast eben so, wie diess bei der körnigen Grauwacke vorkommt; sie zeigen dann eine unregelmässig polyëdrische Zerklüftung, während die plattenförmigen Sandsteine oftmals der tesseralen Absonderung unterworfen sind. Die Schichtungsflächen der Sandsteine zeigen nicht selten Wülste und Wellenfurchen, auch sind die Schichtenwechsel häufig durch thonige Zwischenlagen bezeichnet.

Manche Sandsteine sind sehr reich an organischen Ueberresten, wie z. B. die devonischen Sandsteine des Harzes, der Spiriferen-Sandstein im Herzogthum Nassau, und der untere Caradoc-Sandstein am Onny, welchen Murchison wegen seines grossen Reichthums an Conchylien anfangs als Muschelsandstein (*shelly-sandstone*) aufführte. Dagegen sind andere, z. Th. sehr mächtige und weit ausgedehnte silurische und devonische Sandstein-Ablagerungen sehr arm oder auch fast ganz leer an Fossilien; wie z. B. der Fjällsandstein Scandinaviens, der *old red sandstone* in England und der Sandstein im Uebergangsgebirge des südlichen Norwegen. Merkwürdig sind die in den ältesten Sandsteinen Nordamerikas und auch Englands nicht selten vorkommenden verticalen, etwa $^1/_8$ Zoll weiten, cylindrischen Höhlungen, welche zuweilen bis 3 Fuss lang und so dicht gedrängt werden, dass der Sandstein wie siebartig durchbohrt erscheint. Man hält sie für Anneliden-Höhlen und hat sie *Scolithus* (richtiger *Scolecolithus*) *linearis* genannt. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. 8, p.* 200.

Anmerkung. Ausser dem eigentlichen Sandsteine ist auch incohärenter, loser Sand als ein schon im Gebiete der Uebergangsformation vorkommendes Material zu erwähnen. In der silurischen Formation der Umgegend von Petersburg finden sich über dem blaulichgrauen Thone weit verbreitete Schichten von glän-

zend weissem feinem Quarzsand, welcher weiter aufwärts von hochgelbem Sande bedeckt wird, bis endlich wirkliche Sandsteine folgen. Es bleibt jedenfalls eine merkwürdige Erscheinung, dass diese uralten Thon- und Sandschichten bis auf den heutigen Tag ihre ursprüngliche Consistenz und Beschaffenheit beibehalten haben.

2) Quarzit. Sowohl die mit kieseligem Bindemittel, als auch die ohne alles Cäment gebildeten Sandsteine der Uebergangsformationen geben bei mehr krystallinischer Ausbildung in Quarzite über, welche sich nur wenig von den Quarziten der Urschieferformation unterscheiden. Diese Quarzite haben meist weisse oder lichtgraue, bisweilen auch röthliche, gelbliche, grünliche und blauliche, selten fast schwarze*) Farben, sind körnig bis dicht und splittrig, erscheinen mitunter als förmlicher Hornstein (Beleke unweit Lippstadt), halten bisweilen Glimmerschuppen oder Thonschieferlamellen, oder Feldspathkörner, und dürften auch in seltenen Fällen goldhaltig**) sein. Adern, Trümer und Nester von krystallisirtem Quarze bilden eine ganz gewöhnliche Erscheinung.

Sie sind theils mehr oder weniger deutlich geschichtet, theils ungeschichtet; im ersten Falle pflegen die Schichtenwechsel nicht selten durch glimmerreiche Lagen oder durch Thonschiefer-Membranen bezeichnet zu sein, wodurch sich plattenförmige und selbst schiefrige Quarzite ausbilden; auch findet dann oft tesserale oder parallelepipedische Absonderung Statt, während die ungeschichteten Quarzite nur regellos zerklüftet sind, die Absonderungsklüfte aber in beiden Fällen oft von Eisenoxyd roth oder braun gefärbt, oder durch Quarz drusig erscheinen.

Die Quarzite der Uebergangsformation bilden theils kleinere Stöcke und Lager, theils mächtige und weit fortsetzende Züge, welche, vermöge der Unzerstörbarkeit ihres Materials, als eminente Kuppen, Kämme und Felsrücken über ihre Umgebungen heraufzuragen pflegen.

So bildet in der Eifel, nordwestlich von Prüm, die Schneifel einen mehre hundert Fuss aufragenden und meilenweit fortsetzenden Felsenkamm; nach Steininger lassen sich im Hunsrück drei grosse Quarzitzüge verfolgen, welche von 2000 bis 2300 F. absolute Höhe erreichen; und am Harze zeichnen sich die Quarzite des Bruchberges, des Ackersberges und der hohen Tracht aus. In England sind die schroffen Felsen der Lickey-Hills, zwischen Birmingham und Bromsgrove, bekannt, welche alle möglichen Uebergänge aus muschligem durch körnigen oft sehr feldspathreichen Quarzit bis in Sandstein zeigen, und im letzteren Falle zuweilen deutliche silurische Fossilien umschliessen. Noch auffallender sind die Stiper Stones in Shropshire, welche Murchison eine der merkwürdigsten topographischen Erscheinungen Englands nennt: scharfe, zackige Felsen, die sich wie cyklopische Ruinen 50 bis 60 Fuss hoch aus dem flachen Moorlande erheben, und längs einer zehn Engl. Meilen weit fortlaufenden Linie verfolgen lassen. Auch die Zuckerhüte (*sugar-loafs*) unweit Dublin, welche diesen Namen ihrer auffallenden Form zu verdanken haben, bestehen aus einem Quarzite der cambrischen Formation.

---

*) Die schwarzen Quarzite der Ardennen sind nach Omalius d'Halloy zuweilen für trappartige Gesteine gehalten worden. *Elem. de Géol.* 1831, p. 32.

**) Diess vermuthete z. B. Heim von dem Quarzite bei Steinheide am Thüringer Walde.

Die Quarzite halten nur selten organische Ueberreste, und dann immer nur in der Form von Abdrücken und Steinkernen; so z. B. nach Steininger der Quarzit von Abentheuer und Rinzenberg bei Birkenfeld, welcher reich an Abdrücken von Orthis und Spirifer ist. Auch die Quarzite der böhmischen Silurformation sowie jene der devonischen Formation des Harzes, welche beide oft in Sandstein übergehen, sind stellenweise sehr reich an Fossilien, deren Schale jedoch meist zerstört oder durch Eisenocker ersetzt ist.

3) Quarzconglomerate und Breccien. Schon die Quarzite der Uebergangsformation erscheinen stellenweise conglomeratähnlich oder breccienähnlich; doch dürften manche solcher Vorkommnisse nicht sowohl als wirklich klastische, denn als eigenthümliche concretionäre und krystallinische Bildungen zu betrachten sein. Dagegen treten aber auch unzweifelhafte Quarzconglomerate auf, welche in einigen Gebieten der Uebergangsformationen, wie z. B. der devonischen Formation von Herefordshire und Brecknockshire, eine sehr grosse Mächtigkeit und Ausdehnung gewinnen; die Quarzgerölle sind meist durch ein rothes Bindemittel gebunden und gar nicht selten mit Fragmenten anderer Gesteine vermengt. Eben so geht die devonische Sandsteinbildung im südlichen Norwegen nach oben in dergleichen Conglomerate mit wallnussgrossen Geröllen über, und nach Zippe treten in der silurischen Formation Böhmens grobkörnige, aus Quarzgeröllen mit quarzigem Bindemittel zusammengesetzte, oft rotheisenschüssige Conglomerate sehr häufig auf.

Wirkliche Quarzbreccien finden sich nach Baur bei Chateau-Salm in den Ardennen, bei Sourbrodt auf dem hohen Venn und oberhalb Malmedy. Für Pseudoconglomerate dagegen sind wohl die, nach Hitchcock bei Middletown in Rhode-Island, und die in Sachsen, zwischen Oschatz und Strehla vorkommenden Gesteine zu rechnen, von welchen im ersten Bande S. 434 und 436 die Rede gewesen ist. Aehnliches erwähnt Omalius d'Halloy aus den Ardennen, wo gewisse Quarzconglomerate eine grossflaserige Structur haben sollen, indem die Quarzknoten in die Länge gezogen und abgeplattet sind. Gumprecht aber beschreibt von Woltusch im Gebiete der Böhmischen Uebergangsformation einen weissen Quarzit, der eine grosse Menge wallnussgrosser, runder und scharf begränzter schwarzer Partieen umschliesst, welche eine täuschende Aehnlichkeit mit Lyditgeröllen zeigen, aber zum Theil in den weissen Quarz übergehen, weshalb sie wohl für blose Concretionen zu halten sind. Nach Rolland kommen auch bei Chalonnes grobe Sandsteine vor, deren Körner auffallend in die Länge gezogen sind, weshalb das Gestein fast wie ein Mandelstein erscheint. Elie de Beaumont, *Explication de la carte géol. de la France, I*, 226.

4) Kieselschiefer. Dieses Gestein, wegen dessen petrographischer Verhältnisse wir auf Band I, S. 530 verweisen, ist recht eigentlich in den Uebergangsformationen zu Hause, und dürfte wohl kaum in irgend anderen Formationen so häufig angetroffen werden, als gerade in der silurischen und devonischen Formation. Es geht einerseits in kieseligen Thonschiefer und Wetzschiefer, anderseits in Quarzit über, und würde sich in manchen seiner Varietäten allerdings sehr passend als Hornsteinschiefer bezeichnen lassen, wie es schon von Heim vorgeschlagen worden ist; (Thür. Wald, II, 4. Abth. 147). Merkwürdig ist seine Association mit Alaunschiefer und schwarzem Thonschiefer einerseits, und mit Grünsteinen anderseits, indem er sehr ge-

wöhnlich in der unmittelbaren Nähe dieser Gesteine vorkommt; wie diess in Betreff des schwarzen Thonschiefers schon von Heim, in Betreff des Grünsteins schon von Hausmann und später von Macculloch hervorgehoben wurde; (Norddeutsche Beiträge u. s. w. 4. Stück, 1810, S. 87).

Dass der Kieselschiefer oftmals höchst auffallende und verworrene Windungen seiner Schichten zeigt (vergl. Bd. I, S. 882), während die ihn einschliessenden Gesteine frei davon sind, darauf hat gleichfalls Hausmann schon im Jahre 1810 hingewiesen; und in der That ist diess eine sehr beachtenswerthe Erscheinung, obgleich auch nicht selten recht regelmässig geschichtete Ablagerungen vorkommen. Römer schloss daraus, dass der Kieselschiefer zur Zeit der Hebung und Aufrichtung seiner Schichten noch eine ganz andere Consistenz gehabt haben müsse, als gegenwärtig; (Das Rheinische Uebergangsgebirge, S. 30). Hausmann aber hat aus der, an amorphe, opalartige Kieselerde erinnernden Beschaffenheit gewisser Kieselschiefer die sehr wahrscheinliche Folgerung gezogen, dass die Bildung dieser Gesteine, etwa so wie jene des Kieselsinters, durch kieselhaltige Quellen veranlasst worden sein möge, aus denen sie vielleicht ursprünglich als Kieselgallert abgesetzt wurden. (Ueber die Bildung des Harzgeb. S. 79 f.)

Diese Ansicht hat in der That Vieles für sich, wenn man bedenkt, dass nach Freiesleben der Kieselschiefer zwischen Lichtenberg und Steben in Oberfranken förmliche Gänge bildet, auf denen zugleich viel Alaunschiefer vorkommt, wobei es »äusserst sonderbar ist, dass man diese merkwürdige Gangausfüllung blos da gefunden hat, wo in dem Gebirge zugleich Lager von Kieselschiefer und lydischem Stein aufsetzen«, und dass es dennoch »wahre Gangmasse« und nicht bloss Abfall des Nebengesteins ist; (v. Molls Jahrb. der Berg- und Hüttenk. IV, 1800, S. 49). Eben so spricht für Hausmanns Ansicht der Umstand, dass die Kieselschiefer-Ablagerungen nicht selten eine, von dem allgemeinen Streichen der umgebenden Gebirgsschichten gänzlich abweichende Ausdehnung und Lagerung zeigen, wie diess unter anderen höchst auffallend für die Kieselschieferzüge der Gegend zwischen Schleiz, Pausa und Tanna im Voigtlande der Fall ist; (Geogn. Charte des Königreichs Sachsen, Sect. XIX).

Man hat es auch oft ausgesprochen, dass die Kieselschiefer metamorphisch und zwar durch die Einwirkung eruptiver Gesteine halb umgeschmolzene Thonschiefer seien. Diess mag allenfalls für viele Felsitschiefer oder Pseudokieselschiefer (I, 531) seine Richtigkeit haben, aber gewiss nicht für die ächten Kieselschiefer. Soll auch für sie eine solche Umwandlung angenommen werden, so würde diess nur in dem Sinne zulässig sein, wie es Zinken bei der Beschreibung der Contactgesteine des Ramberger Granites aussprach: »dass die Entstehung der Kieselschiefer weniger einer trockenen Schmelzung, als vielmehr einer in sehr hoher Temperatur vorgegangenen Durchdringung mit einer wässerigen Kieselauflösung zuzuschreiben sei, welche zugleich mit dem massigen Gesteine eindrang«, Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, 1845, S. 586).

Organische Ueberreste sind im Allgemeinen sehr seltene Erscheinungen in den Kieselschiefern; nur die schwarzen, kohligen Varietäten machen eine Ausnahme, indem sie bisweilen reich an Graptolithen sind, welche in ihnen gewöhnlich weiss und oft so dünn, wie ein Hauch erscheinen. Andere Fossilien dürften zu den grössten Seltenheiten gehören; so sind ein Trilobit und ein Schraubenstein bekannt; den ersteren erwähnt Green aus New-York, den letzteren Schmidt von Förde in Westphalen; (Neues Jahrb. für Min. 1836, S. ... und 584). Nach von Dechen sind auch bei Arnsberg Posidonien und eine Cal...

mene vorgekommen. Im Kieselschiefer der Gegend von Schleiz kommen bisweilen, zugleich mit den Graptolithen, Abdrücke und Steinkerne von *Orthis* *..hctis* und *Orthis Actoniae* vor.

Anmerkung. Hier und da sind auch Kieselschiefer-Breccien und Conglomerate im Gebiete der Uebergangsformation bekannt; sie bestehen gewöhnlich aus nussgrossen, scharfkantigen oder abgerundeten Kieselschieferfragmenten, welche durch ein quarziges Bindemittel zu einem ziemlich festen Gestein verbunden sind. Sehr ausgezeichnete Gesteine dieser Art finden sich im Voigtlande, zwischen Plauen und Rosenthal, sowie an anderen Orten.

§ 315. *Kalksteine, Mergel, Dolomit, Gyps und Steinsalz, Baryt, Glaukonit.*

1) Kalkstein. Da die Kalksteine der Uebergangsformationen die gewöhnlichen Niederlagen der organischen Ueberreste sind, so hat man auf sie ganz besonders zu achten, obgleich es auch manche bedeutende Kalkstein-Ablagerungen giebt, welche sehr wenige oder selbst gar keine Fossilien erkennen lassen.

Es sind theils gemeine Kalksteine (I, 517), theils Schieferkalksteine (519), bisweilen auch Kalkthonschiefer und körnige Kalksteine, denen man im Gebiete dieser ältesten Sedimentformationen begegnet. Indem wir ...en der allgemeinen Eigenschaften dieser Gesteine auf die angeführten Stellen der Petrographie verweisen, glauben wir nur noch folgende, die Uebergangskalksteine besonders betreffenden Bemerkungen einschalten zu müssen.

Viele dieser Kalksteine sind sehr bituminös, was sich theils durch die vorherrschend dunkelgrauen bis schwarzen Farben, theils durch den Geruch beim Anschlagen, theils auch durch Ausscheidung von Asphalt zu erkennen giebt; einige sind so reich an Eisenoxyd, dass man sie Eisenkalkstein nennen könnte; auch kommen schon hier und da oolithische und selbst glaukonitische Varietäten vor. Als eigentliche zoogene Gesteine sind besonders gewisse Korallenkalksteine und Krinoidenkalksteine zu erwähnen, obwohl auch in vielen anderen Varietäten so zahlreiche organische Ueberreste enthalten sind, dass solche einen sehr wesentlichen Antheil an ihrer Bildung gehabt haben müssen. Kalkspathadern und Hornsteinnieren gehören zu den besonders häufigen accessorischen Bestandmassen. Uebrigens sind gewiss die Uebergangskalksteine nicht selten im Contacte mit Granit, Syenit u. a. eruptiven Gesteinen zu weissem, krystallinischem Marmor umgewandelt worden (I, 751) welche Umwandlung sich bisweilen auf grosse Entfernungen von der Contactfläche verfolgen lässt*). Aber auch ausserdem sind es besonders

* Dass aber, wenn auch nicht gerade blendend weisser Marmor, so doch ausgezeichnet körniger Kalkstein unter ganz anderen Umständen zur Ausbildung gelangen konnte, das beweisen die sog. *ballstones* im silurischen Kalksteine von Wenlock, und manche andere Vorkommnisse von krystallinisch-körnigem Kalkstein. Heim erwähnt eine Stelle zwischen Hasenthal und Spechtsbrunn am Thüringer Walde, wo der Kalkstein allmälig in weissen körnigen Marmor übergeht, und bemerkt dabei: die Ursache dieser Erscheinung lag

diese Kalksteine, welche die meisten als Marmor (I, 517) beliebten Gesteine liefern, indem theils die buntfarbigen Schieferkalksteine, theils andere, mit bunter Farbenzeichnung versehene, oder von vielen Kalkspathadern durchflochtene, oder sonst ausgezeichnete Varietäten zu architektonischen Ornamenten und anderen Kunstwerken verwendet werden.

Der Schieferkalkstein und der Kalkthonschiefer treten stets in Stöcken, Lagern oder weit fortlaufenden Schichten auf; die gemeinen und körnigen Uebergangskalksteine aber zeigen verschiedene Arten des Vorkommens, indem sie bald nur in kleineren Nieren, bald in grösseren Stöcken und Lagern, bald in sehr ausgedehnten und mächtigen Ablagerungen ausgebildet sind, welche letztere entweder wesentlich nur aus Kalkstein bestehen, oder eine vielfältige Wechsellagerung von Kalksteinschichten mit schiefrigen Gesteinslagen darstellen.

Die Uebergangskalksteine sind theils sehr deutlich geschichtet, wie namentlich der Schieferkalkstein und Kalkthonschiefer sowie viele andere Varietäten, theils zeigen sie eine sehr undeutliche, weil übermässig mächtige Schichtung; ja, bisweilen stehen sie in bedeutenden Felswänden als massige, völlig ungeschichtete und nur regellos zerklüftete Gesteine an. Die grösseren Stöcke und Lager, sowie die ausgedehnteren Ablagerungen nehmen natürlich an allen Undulationen und Dislocationen des Schichtenbaues Theil, wie solche gerade die Uebergangsformationen besonders häufig und auffallend betroffen haben. Bei einigermaassen steiler Stellung ragen die Stöcke, Lager und Zonen oft in Kuppen und Felsenkämmen über ihre Umgebungen auf; in den Thälern veranlassen sie Thalengen und felsige Vorsprünge, wie denn auch innerhalb der grösseren Kalkstein-Ablagerungen die Berg- und Thalbildung sehr schroffe und auffallende Formen zu zeigen pflegt*). Auch ist die Höhlenbildung eine im Gebiete dieser Kalksteine sehr gewöhnliche Erscheinung, daher viele und zum Theil grosse Höhlen bekannt sind.

Die kohlige und bituminöse Beschaffenheit der Uebergangskalksteine, welche in den so häufig vorkommenden blaulichgrauen, rauchgrauen und schwärzlichgrauen bis graulichschwarzen Varietäten schon durch ihre Farbe angezeigt ist, scheint den weissen, rothen und gelben Kalksteinen zu fehlen; dagegen geht sie bei den vorgenannten Varietäten oft so weit, dass manche derselben bei der Auflösung in Säuren einen braunen Schaum von Bitumen und einen Rückstand von Kohlenpulver erkennen lassen. Bei Adamsthal unweit Blansko, sagt Reichenbach, hüllt jeder Hammerschlag den Geognosten in eine Wolke von Gestank, ja es bilden sich dort kleine Lagen und Trümer von Steinkohle aus, die einige Millimeter Dicke erreichen. Nach Freiesleben enthält der Kalkstein des Iberges am Harze auf seinen Quarztrümern, und nach Hausmann der Stinkkalkstein von Garphytta auf seinen Kalkspathtrümern zuweilen Asphalt; die Nester von Brauneisenerz.

gleich daneben, denn der Kalkstein war auf dieser Seite mit Quarz zusammengewachsen (a. a. O. II, 4, 221).

*) Sehr schroffe und wunderbar gestaltete, an Ruinen erinnernde Kalksteinklippen kennt man z. B. auf den Mingan-Inseln, bei Lanna auf Gottland, bei Grund am Harze und in vielen anderen Gegenden.

welche in den Kalksteinen des Harzes vorkommen, umschliessen bisweilen faustgrosse Asphaltmassen, und der schwarze bituminöse Kalksteinschiefer von Miedzianagora in Polen zeigt nicht nur schwarze, glänzende Ablosungsflächen wie Alaunschiefer, sondern auch weisse Kalkspathadern mit Asphalt.

Durch einen stärkeren Gehalt an Eisenoxyd erhalten viele Kalksteine eine dunkelrothe Farbe oder auch, wenn das Oxyd ungleichmässig vertheilt ist, eine geflammte, gefleckte und gewolkte Farbenzeichnung, in welcher die rothe Farbe sehr vorwaltet; in solchen Kalksteinen ist aber auch das Eisenoxyd oft in förmlichen Nestern, Stöcken oder Lagen concentrirt; so z. B. im Kalkstein von Hüttenrode am Harze, oder in jenem von Brilon in Westphalen und von Oberscheld in Nassau. Auch der devonische Kalkstein der Provinz Leon in Spanien ist so reich an Eisenoxyd, dass er stellenweise ein förmliches Eisenerz darstellt.

Oolithische Kalksteine kennt man bereits mehrorts im Gebiete der Uebergangsformationen. So finden sich nach Murchison auf der Insel Gottland bei Grötlingbo weisse, oolithische und selbst pisolithische Kalksteine, welche denen der jurassischen Formation so ähnlich sind, dass sie von Hisinger anfangs dafür gehalten wurden; (*Quarterly Journal of the geol. soc. III*, 22). Phillips erwähnt aus dem Districte der Malvernhills einen silurischen Kalkstein von so schöner pisolithischer Ausbildung, dass die grossen Pisolithkörner früher für organische Körper gehalten worden sind; (*Mem. of the geol. survey, II*, 1, 86). Auch in der Uebergangsformation von Christiania kommen nach Keilhau, und in der tiefsten Kalkstein-Etage der Nordamerikanischen Silurformation nach Verneuil zuweilen oolithische Kalksteine vor; (*Gäa Norv.* 7, und *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, IV*, 650). Auch bemerkte schon Strangways, dass der silurische Kalkstein bei Petersburg bisweilen, gerade so wie die jurassischen Kalksteine Englands, von braunen eisenschüssigen Oolithkörnern erfüllt ist. Derselbe Kalkstein führt aber dort und in Ehstland noch häufiger Glaukonitkörner, was vielleicht auch bei einigen der von Keilhau angegebenen Varietäten der Fall sein dürfte, von denen er sagt, dass sie schwärzliche Körner enthalten.

Kalksteine, welche fast nur aus Korallen bestehen, sind eine ziemlich gewöhnliche Erscheinung; so finden sich z. B. sehr schöne buntfarbige Korallenkalksteine in Sachsen bei Plauen, in Oberfranken bei Hartmannsreuth; andere Varietäten bei Villmar in Nassau, bei Brilon, Elberfeld und Bensberg, auf den Inseln bei Holmestrand. Fast eben so häufig kommen Kalksteine vor, welche fast nur als Anhäufungen von Krinoidenresten erscheinen; sie pflegen grau bis schwarz zu sein, und sind leicht daran zu erkennen, dass sie ein sehr krystallinisches Ansehen besitzen, weil die Krinoidenglieder durch Kalkspath petrificirt wurden (I, 831).

Die meisten Kalksteine der Uebergangsformation werden von mehr oder weniger zahlreichen weissen Kalkspathadern durchschwärmt, was zumal in den dunkelfarbigen Varietäten sehr auffallend hervortritt, und bisweilen in dem Grade der Fall ist, dass das Gestein von einem förmlichen Netze solcher Kalkspathtrümer durchstrickt und fast wie eine Breccie erscheint, deren Fragmente durch Kalkspath verbunden sind. Die schwarzen Krinoidenkalksteine und manche andere, mächtig und undeutlich geschichtete Kalksteine pflegen diese Erscheinung besonders auffallend zu zeigen. Die Kalkspathadern durchschneiden häufig die organischen Körper, und lassen eben so wie die oben erwähnten Quarzadern der Grauwacke, im Kleinen alle die Verhältnisse des Zusammentreffens wahrnehmen, welche bei den Erzgängen im Grossen vorkommen; (vergl. v. Weissenbach, in Cotta's Gangstudien, I, 61 f.). — In manchen dichten Kalksteinen aber treten Nieren und Nester, Lagen und Adern von grauem, braunem oder schwarzem Hornstein auf. Selten sind Geoden von Gyps, wie z. B. im Kalksteine am Niagara.

Die Schieferkalksteine pflegen im Allgemeinen nicht sehr reich an organischen Ueberresten zu sein; doch kommen Varietäten vor, welche recht viele Fossilien umschliessen; namentlich hat Dufrénoy gezeigt, dass in den Pyrenäen diejenigen Varietäten, welche er *calcaire amygdalin* nennt, weil die zwischen dem Thonschiefer eingeflochtenen Kalksteinlinsen fast so isolirt wie Mandeln erscheinen, zuweilen in jeder solchen Linse einen organischen Körper enthalten, welcher erst nach dem Zerschlagen oder Anschleifen derselben sichtbar wird; (*Mémoires pour servir à une descr. géol. de la France, II,* 191).

Der Kalkthonschiefer der Uebergangsformation, welcher aus abwechselnden dünnen Lagen von Kalkstein und Thonschiefer besteht, und zuweilen dem gleichnamigen Gesteine der Urschieferformation (S. 134) sehr ähnlich wird, lässt mitunter da, wo die abwechselnden Schiefer- und Kalksteinlagen schärfer gesondert sind, eine merkwürdige Erscheinung wahrnehmen, welche zuerst Brochant und nach ihm v. Weissenbach an dem Kalkthonschiefer von Moutiers, später Charpentier auch an jenem vom Pic-de-Lard und Port de Benasque in den Pyrenäen beschrieben hat. Die Schieferlagen enthalten nämlich viele kleine Faserkalktrümer, welche sie rechtwinkelig durchschneiden, aber niemals in die Kalksteinlagen fortsetzen; zum Beweise, dass die Schiefermasse eine Contraction und Zerklüftung erlitten hatte, welche den Kalkstein nicht betraf. Der Faserkalk ist in diese Klüfte aus der Schiefermasse hineingewachsen, wie denn dergleichen Schiefer selbst immer mehr oder weniger kalkhaltig zu sein pflegen.

Was das Vorkommen der Kalksteine betrifft, so sind, wie vorher bemerkt wurde, besonders folgende Formen zu unterscheiden:

a) in Nieren und kleineren Lenticularmassen; auf diese Weise erscheint der Kalkstein nicht selten in den Thonschiefern, Grauwackenschiefern und Alaunschiefern (S. 270 und 272). Wenn die Nieren oder Linsen kleiner sind, und sehr nahe bei und vielfach über einander liegen, so entwickeln sich aus diesem Vorkommen Uebergänge in Schieferkalkstein; wenn sie grösser sind, und seitwärts an einander gränzen, so vereinigen sie sich endlich zu Kalksteinschichten.

b) in Stöcken und Lagern; diess ist eine ganz gewöhnliche Lagerungsform der Uebergangskalksteine; ja, man kann behaupten, dass sie am häufigsten angetroffen wird. In den meisten Fällen erlangen diese Stöcke und Lager keine sehr bedeutenden Dimensionen; sie geben sich oft nur als lokale und beschränkte Vorkommnisse zu erkennen, welche merkwürdiger Weise nicht selten mit Grünsteintuffen oder Grünsteinen vergesellschaftet sind, die im Hangenden oder Liegenden derselben auftreten. Lager von mehren hundert Fuss Mächtigkeit und vielen tausend Fuss Längenausdehnung gehören nicht gerade zu den häufigen Erscheinungen; doch erlangen auch einzelne Kalksteinstöcke recht colossale Dimensionen, wie z. B. der mächtige und seltsam gestaltete Kalkstock von Elbingerode am Harz und mehre Stöcke und Lager in Steyermark. — Die kleineren Stöcke und Lager lassen nicht selten eine reihenförmige Anordnung oder eine Vertheilung in bestimmte Züge erkennen, indem mehre derselben in demselben geognostischen Horizonte hinter einander auftreten. An ihren Gränzen sind sie oft durch Wechsellagerung mit den umgebenden schiefrigen Gesteinen verbunden.

c) in weit ausgedehnten Schichtensystemen, welche, nach Maassgabe ihrer Lagerung, entweder als Zonen, oder als aufgelagerte und eingelagerte Decken, oder als ein zahlreicher Inbegriff von Mulden erscheinen. Dabei zeigen sich diese Schichtensysteme theils ausschliesslich von Kalkstein gebildet, theils stellen sie eine vielfältige Wechsellagerung von Kalksteinschichten mit Lagen oder Schichten von Thonschiefer, Grauwackenschiefer oder Mergelschiefer dar. — Dergleichen Ablagerungen sind es, welche z. B. als mächtige Zonen, in Shropshire bei Wenlock einen fast ununterbrochen fortlaufenden Kamm von 20 Engl. Meilen

Länge bilden, und in Westphalen von Düsseldorf über Elberfeld, Iserlohn und Balve bis nach Allendorf über 12 geogr. Meilen weit verfolgt werden können; solche Ablagerungen sind es, welche als fast horizontale Kalksteindecken auf der Insel Gottland und in Westgothland auftreten, in Russland und in Nordamerika aber ungeheuere Landstriche bilden helfen; sie sind es endlich, welche durch undulatorische Dislocationen in viele einzelne Parcellen getrennt, die zahlreichen Kalksteinmulden der Eifel und die grosse, an 5 Meilen lange Kalksteinmulde der oberen Silurformation Böhmens geliefert haben.

Uebrigens besteht zwischen diesen verschiedenen Ablagerungsformen der Kalksteine ein gewisser Zusammenhang, indem die Nieren und einzelnen Schichten oft nur gleichsam die Vorspiele oder Nachspiele grösserer Kalkstein-Ablagerungen bilden, welche in ihrem Liegenden oder Hangenden durch übergreifende Nierenbildung oder durch Wechsellagerung (I, 865 und 866) mit denen sie unterteufenden oder bedeckenden Schichten von schiefrigen und anderen Gesteinen verbunden sind*).

2. Kalksteinbreccien. Zuweilen sind die Kalksteine der Uebergangsformationen als Breccien ausgebildet; so z. B. bei Köstenberg in Oberfranken, im südlichen Devonshire, und in den Pyrenäen, wo diese Breccien meist dem Kalksteine untergeordnet sind, und aus runden oder eckigen Kalksteinfragmenten bestehen, zu denen sich auch mitunter Fragmente anderer Gesteine gesellen, während das Cäment in der Regel von dichtem Kalksteine gebildet wird.

Wenn die Kalksteinfragmente oder auch das Cäment schöne Farben haben, so entstehen Gesteine, welche als Trümmer-Marmor (*marno brecciato*) geschätzt werden, wie z. B. manche bunte Kalksteinbreccien von Checin, Kielce und Miedzianagora in Polen.

3. Mergel und Mergelschiefer. Diese Gesteine erscheinen zwar minder häufig als selbständige Ablagerungen, kommen dagegen öfters als Zwischenlagen der Kalksteinschichten vor.

Diess ist z. B. der Fall in der silurischen Formation der Gegend von Christiania, wo die Kalksteinschichten gewöhnlich theils mit Thonschiefer, theils mit Mergelschiefer wechsellagern; das Letztere findet in den meisten Kalksteinablagerungen der Eifel Statt; auch bei Refrath kommen unter dem Kalksteine Mergelschichten vor. In der breiten, aus Curland durch das Gouvernement Petersburg bis nach Archangel fortlaufenden Zone devonischer Gesteine spielen gleichfalls Mergel und Mergelthone eine wichtige Rolle; wie denn auch die silurischen Kalksteine in Esthland häufig als mergelige Kalksteine erscheinen.

4. Dolomit. Schon in den ältesten Sedimentformationen kommen sehr ausgezeichnete Varietäten dieses Gesteins vor, theils in selbständigen Lagern und Stöcken, theils einzelne Etagen mächtiger Kalkstein-Ablagerungen bildend.

So findet sich z. B. bei Chrieschwitz unweit Plauen ein Lager von körnigem Dolomit im Thonschiefer; in der Eifel aber wird die oberste Etage jeder Kalksteinmulde von sehr charakteristischem Dolomit gebildet; Leopold v. Buch hat zuerst auf diese schönen Dolomite der Eifel die Aufmerksamkeit gelenkt (in Nöggerath's Rheinland-Westphalen, III, 1824, 280). In den oberen Lahngegenden, bei Wetz-

*) Ueber die Bildungsweise der Uebergangskalksteine gab Bischof Betrachtungen im Lehrb. der chem. Geol. II, 1625 f.

lar und Giessen, tritt der Dolomit unter äusserst merkwürdigen Verhältnissen auf, über welche im ersten Bande S. 766 das Wichtigste mitgetheilt worden ist; auch im Herzogthum Nassau gewinnt er eine sehr bedeutende Verbreitung bei Gaudernbach, Steeten, Diez, Oranienstein u. a. O. meist als ein sehr krystallinisches, gelblich- oder röthlichweiss gefärbtes Gestein, welches oft zu Sand zerfällt, nicht selten von Mangan- und Eisenoxyden durchdrungen ist, und häufig in grottesken, vielfach zerklüfteten und zerrissenen Felsen aufragt; (Sandberger, Uebers. der geol. Verh. des Herz. Nassau, 29). In Iowa, Wisconsin und Illinois sind nach Dale-Owen die unteren Etagen des silurischen sog. *cliff-limestone* grossentheils als Dolomit ausgebildet, welcher reich an Lagen und Nestern von Hornstein, an Petrefacten, und besonders wichtig wegen seines Reichthums an Bleierzen ist; er bildet oft höchst pittoreske Felsen, die wie Mauern und Thürme aufragen. Auf der Insel Oesel und in Livland spielen Dolomite eine wichtige Rolle in der obersten Etage der Silurformation, wo sie gewöhnlich in steilen Felsenriffen, den sog. Pank's, aufragen. Auch dichte Dolomite fehlen nicht im Bereiche der Uebergangsformation; nach Murchison sind z. B. die hellgelben dünnschichtigen Kalksteine der centralen devonischen Zone Russlands oft so dolomitisch, dass sie ganz dem Englischen *magnesian limestone* gleichen.

5) Gyps. Dieses Gestein ist eine seltene Erscheinung im Gebiet der Uebergangsformationen, und bis jetzt, dafern man nicht einen Theil der Alpinischen Gypse (wie z. B. die bei Schottwien und manche der von Brochant aufgeführten Ablagerungen) hierher rechnen will, nur in wenigen Ländern mit Bestimmtheit nachgewiesen worden.

Zuerst wohl bei Szamobor in Croatien, wo nach Lémaire über der dasigen Kupferkies-Lagerstätte, mitten in der ausgezeichnetsten Grauwacke ein 80 F. mächtiger Gypsstock liegt, (*Annales des mines*, 1815, *p.* 44); dann aber ganz vorzüglich im Staate New-York, wo nach Conrad in Oneida und Onondaga zahlreiche Gypsbildungen vorkommen. Emmons sagt, dass der Gyps dort in isolirten Stöcken auftritt, welche in der Regel eine bedeutende Wölbung der sie bedeckenden Schichten verursacht haben, und James Hall beschreibt ihn theils als feinkörnigen, theils als spathigen Gyps; (*Second Rep. on the Geol. of N. Y. p.* 252 und 304). Nach späteren Mittheilungen von Hunt bilden diese Gypse sowohl in New-York als in Canada Stöcke, welche in domförmigen Anschwellungen von einigen hundert Fuss Durchmesser dem silurischen Kalksteine aufliegen, und von aufgerichteten, oft zerbrochenen Schichten desselben umgeben werden; an einem Puncte in Canada sah Murray im Kalksteine sogar eine aufrechte cylindrische Gypsmasse, welche sich nach oben zu einem Dome ausbreitet. Diese, in einer Umwandlung des Kalksteins begründete Gypsbildung scheint noch jetzt im Gange zu sein, und Hunt vermuthet, dass sie durch gewisse in jenen Gegenden vorkommende Quellen vermittelt wird, welche etwas freie Schwefelsäure enthalten; (*The Amer. Journ. of sc.* 2. *ser. VI,* 176). In der devonischen Formation Livlands und Curlands sind bei Kirchholm, Dünhof, Ixkull u. a. O. ebenfalls Gypsablagerungen bekannt. L. v. Buch, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 15, S. 60).

6) Steinsalz. Wenn auch bis jetzt das Steinsalz leibhaftig nur selten in den Uebergangsformationen nachgewiesen worden ist, so sind doch Salzquellen in so manchen Gegenden bekannt, dass an dem Dasein grösserer Steinsalz-Ablagerungen im Schoosse dieser und vielleicht noch älterer Formationen gar nicht gezweifelt werden kann. Besonders in Nordamerika muss diess vielfach der Fall sein. In New-York entspringen in den Grafschaften Oneida,

Onondaga, Madison, Ontario, Seneca und anderwärts sehr viele und reiche Salzquellen aus den Schichten der silurischen Formation, welche dort auch durch Gyps, bunte Mergel, Schieferletten und andere, die jüngeren Steinsalzlager begleitende Gesteine ausgezeichnet ist. In Pennsylvanien, Ohio und Virginien brechen viele Salzquellen theils aus, theils unter der Steinkohlenformation hervor, und nach Featherstonhaugh hat man daselbst in 700 bis 900 Fuss Tiefe unter dem Sandstein und Kalkstein Mergelthon mit Steinsalzkörnern erbohrt; (*Rep. on the geol. reconn. by the way to the Coteau de Prairie*, 1836, p. 114). Auch erkannte schon Lewis Beck die in den dortigen Schichten so häufigen Krystalloide nach Steinsalz (I, 471) als Anzeigen für das wirkliche Vorkommen von Steinsalzablagerungen, welches denn auch im Jahre 1840 erwiesen wurde, indem man bei Abingdon in Virginien unter Gyps und Mergelschichten das Steinsalz erbohrte, und 186 F. tief durchbohrte, ohne sein Ende zu erreichen. Uebrigens sind Salzquellen im Gebiete der silurischen oder devonischen Formation auch aus vielen anderen Ländern bekannt.

Bei Staraja-Russa im Gouvernement Nowgorod springt aus devonischen Schichten eine Salzquelle; eine andere ist ebendaselbst in 700 F. Tiefe erbohrt worden; Gumprecht hält es für wahrscheinlich, dass die zahlreichen Salzquellen in Samogitien und Lithauen in denselben Schichten ihren Ursprung haben. Bei Altensalza im Voigtlande brechen sogar Salzquellen aus dem alten Schiefergebirge hervor, so wie auch nach Sedgwick und Murchison aus der untersten Abtheilung des Cumberländer Schiefergebirges bei Keswick eine Soole quillt; im Cornwaller Schiefergebirge kennt man Salzquellen, die um so reicher werden, je tiefer man sie verfolgt, und bei Werdohl an der Lenne in Westphalen bricht eine fünfprocentige Soole aus der Uebergangsformation; (Karstens Lehrbuch der Salinenkunde, S. 232). Nach Fleming und Murchison ist die Steinsalzbildung am südlichen Fusse der Salt-Range im Punjaub als ein Glied des Old-red-sandstone zu betrachten, welcher unmittelbar darüber liegt, und wiederum vom Kohlenkalksteine bedeckt wird. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. IX, p.* 189.

Man ersieht hieraus, wie richtig die Bemerkung von Murchison ist, dass das Vorkommen des Steinsalzes durchaus nicht an eine bestimmte Formation geknüpft ist, da sich dasselbe in den verschiedensten Sedimentformationen, von der silurischen bis zur neueren tertiären Formation vorfindet. Ja selbst aus kryptogenen und aus sehr alten eruptiven Formationen brechen Salzquellen hervor, wie z. B. bei Kreuznach in Rheinpreussen aus Porphyr, und in Neu-Granada, wo Salzquellen aus Glimmerschiefer bei Guayeval, aus Hornblendschiefer bei Salina, aus Syenit bei Rio Grande und Cuaca entspringen; zum Beweise, dass wohl ursprünglich alles Kochsalz aus den Tiefen der Erde abstammt.

7. **Baryt.** Ausser den bekannten und schon S. 273 erwähnten Barytgängen von Andrarum in Schonen ist, wie bereits im ersten Bande S. 525 bemerkt wurde, durch v. Dechen und v. Hoiningen die Existenz mächtiger und weit fortsetzender Barytlager im Thonschiefer des Lennethales bei Meggen unweit Grevenbrück nachgewiesen worden.

8. **Glaukonit.** Dieses Mineral, welches als ein accessorischer Bestandtheil mancher altsilurischen Schichten schon lange bekannt war, erscheint in Esthland und Ingermanland fast selbständig, als eine mehre Fuss mächtige, lose Glaukonitschicht, die einen sehr bestimmten Horizont zwischen dem

dortigen Alaunschiefer und glaukonitischem Kalksteine bildet. Schmidt, Unterss. über die sil. Form. von Ehstland u. s. w. 1858, S. 46.

Ehrenberg's höchst interessante Untersuchungen haben gelehrt, dass die Glaukonitkörner dieser alten silurischen Schichten, gerade so wie jene aus neueren Formationen, grossentheils organische Formen besitzen, indem sie nichts Anderes als Steinkerne von Rotalinen, Textilarien, Nodosarien und anderen Foraminiferen sind; andere zeigen die Formen von Steinkernen ganz kleiner Gastropoden, welche an Euomphalus oder Maclurea erinnern, und von Ehrenberg als *Panderella crepusculum* aufgeführt werden. Monatsberichte der Berl. Akad. 1858, S. 295 ff. und 324 ff.

§. 346. *Grünsteinbreccien, Grünsteintuffe, Schalsteine und Porphyre.*

Leopold v. Buch hob es schon im Jahre 1824 hervor, dass der Diabas (oder, nach damaligem Sprachgebrauche, der Diorit) für alle Grauwackengebirge auszeichnend zu sein pflegt, und vielleicht mit ihrer Entstehung in der nächsten Beziehung steht*). Diese Bemerkung wurde später von Friedrich Hoffmann weiter verfolgt, indem er aufmerksam darauf machte, wie sich nicht nur am Harze, sondern auch im Rheinischen Schiefergebirge, im südlichen Theile des Thüringer Waldes, im Voigtlande u. s. w. eine beständige Association der Grünsteine mit den Grauwacken und Thonschiefern zu erkennen gebe; wie sich so manche Varietäten des Schiefers durch die Beschaffenheit ihrer Grundmasse an die Schalsteine und Kalkgrünsteine anschliessen; weshalb schon Lasius, Freiesleben, Hausmann und Andere die Grünsteine und Blattersteine am Harze als untergeordnete Lager der dortigen Uebergangsformation aufgeführt hätten, und von Zinken, neben dem in Kuppen auftretenden Grünsteine, ein Lagergrünstein unterschieden worden sei; (Uebers. der orogr. und geogn. Verh. des NW. Deutschland, 1830, 402 f.)

In der That haben viele spätere Beobachtungen jenen von L. v. Buch angedeuteten Zusammenhang in einer sehr allgemeinen Weise bestätigt, weshalb es sich gegenwärtig als ein fest begründetes Ergebniss aufstellen lässt, dass die meisten krystallinischen und klastischen Gesteine der Grünsteinfamilie ganz vorzüglich an die Uebergangsformationen gebunden sind, und dass ihre Bildung grossentheils in die Perioden der silurischen und devonischen Formation gefallen sein muss. Die den Etagen beider Formationen regelmässig eingeschichteten Grünsteintuffe, mit organischen Ueberresten, welche die eine oder die andere jener Perioden charakterisiren, stellen diesen Synchronismus der Grünsteinbildungen ausser allem Zweifel.

Wir haben nicht nöthig, hier nochmals auf die petrographischen Verhältnisse der Diabase und der mit ihnen verbundenen Grünsteinconglomerate und Grünsteintuffe einzugehen, da solche bereits im ersten Bande, S. 581 f. und 667 f. ausführlich besprochen worden sind; wohl aber müssen wir ihre innige

*) In Leonh. Min. Taschenbuch 1824, S. 500.

Association mit den Schichten der silurischen und devonischen Formation durch einige Beispiele erläutern.

Ein Blick auf die Sectionen XIX und XX der geognostischen Charte von Sachsen lehrt, wie im Voigtlande und in Oberfranken sofort mit dem Auftreten der eigentlichen Grauwacken und Uebergangsthonschiefer auch die Grünsteine, Grünsteinbreccien und Grünsteintuffe erscheinen. Da nun diese letzteren stellenweise dieselben devonischen Fossilien umschliessen, wie sie in den Grauwackenschiefern und Kalksteinen vorkommen, so ist die Gleichzeitigkeit gewisser dieser Grünsteine, und die regelmässige Einlagerung ihrer Tuffe in dem ursprünglich horizontal gebildeten Schichtensysteme erwiesen. Auf der anderen Seite treten aber auch in denselben Gegenden andere Grünsteine unter solchen Verhältnissen auf, dass sie erst nach der Aufrichtung des ganzen Schichtensystems abgelagert worden sein können. Sonach scheint es, als ob dort zweierlei, der Zeit nach verschiedene Grünstein-Eruptionen unterschieden werden müssen.

Nach Barrande werden in der silurischen Formation Böhmens die obere und die untere Abtheilung fast überall durch Grünsteine (*trapps*) getrennt, welche mit schwarzen graptolithenführenden Schiefern abwechseln. Diese Gesteine bilden um das ganze Bassin der oberen, wesentlich aus Kalkstein bestehenden Formations-Abtheilung einen förmlichen Gürtel, und erscheinen bald als ungeschichtete Massen, bald als regelmässig dem Thonschiefer eingeschichtete Grünsteine und Schalsteine, müssen aber in beiden Fällen vor der Bildung der über ihnen folgenden Kalksteine abgelagert worden sein. Alle diese Verhältnisse verweisen auf periodisch wiederholte submarine Eruptionen, deren Material auf dem Meeresgrunde ausgebreitet wurde; (Barrande, in der *Esquisse géologique* zu seinem Werke über die Böhmische Silurformation, p. 75). Eine genaue Beschreibung der silurischen Schalsteine der Gegend von Auval gab A. Reuss, in Sitzungsber. der math. phys. Classe der K. Akad. B. 25, S. 563 ff.

In der mittleren Abtheilung der devonischen Formation des Herzogthums Nassau spielen nach Stifft und Sandberger die Grünsteine und Schalsteine eine sehr wichtige Rolle. Zwar werden diese Schalsteine gewöhnlich als metamorphische Schiefer und Kalksteine gedeutet; sie dürften aber vielleicht mit demselben Rechte als tuffartige Gesteine zu betrachten sein, an deren Bildung sich sehr viel Thonschieferschlamm und kohlensaurer Kalk betheiligte. Die grünlichgrauen, undeutlich schiefrigen Diabase werden in der Regel von gelben und braunrothen, mandelsteinähnlichen Schalsteinen, und diese wiederum von blaulichen, grünlichen bis gelblichen, normalen Schalsteinen getragen, während die Grünsteinconglomerate meist die oberste Stelle einnehmen, oder unmittelbar auf Grünstein ruhen. Bei Weilburg sieht man deutlich, wie sich der Schalstein ganz allmälig durch Grünsteinconglomerate, welche schon Versteinerungen enthalten, aus dem Grünsteine herausbildet; auch lassen sich manche seiner Varietäten mit zusammengeschwemmten Producten plutonischer Eruptionen vergleichen; (Sandberger, Uebersicht der geol. Verh. des Herzogth. Nassau, S. 31 f.). Sehr merkwürdig ist die fast beständige Association dieser Nassauer Schalsteine mit Lagern von Rotheisenerz, welche, eben so wie der Schalstein selbst, keinen ausschliesslich plutonischen Charakter tragen, und gar nicht selten organische Ueberreste umschliessen *).

Ganz ähnliche Verhältnisse finden in Westphalen Statt, über dessen Grünstein- und Rotheisenerz-Bildungen v. Dechen eine eben so reichhaltige als belehrende Abhandlung geliefert hat. Auch dort sind, in den Gegenden des Ruhrthales,

* Ueber die muthmaassliche Bildung dieser Rotheisenerzlager durch Umwandlung von Kalkstein sprach sich G. Bischof aus, in seinem Lehrb. der chem. Geol. II, 1088 f.

der devonischen Formation Grünsteine (Hyperite) und Grünsteinporphyre (Labrador- und Pyroxenporphyre), sowie Schalsteine und Mandelsteine im Allgemeinen gleichförmig eingelagert, indem sich nur an sehr wenigen Puncten abweichende Lagerungsverhältnisse erkennen lassen, welche zwar in Bezug auf die Genesis dieser Gesteine von grosser Wichtigkeit sind, in ihrer räumlichen Vertheilung und Anordnung aber nur wenig hervortreten. Und auch dort stehen mit diesen Grünsteinbildungen in sehr naher Beziehung Lager von Rotheisenerz, welche nur in ihrer Nähe, und vorzugsweise an ihren Gränzen gegen die Schiefer und Kalksteine vorkommen, auch gar nicht selten organische Ueberreste umschliessen; (Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, S. 453 ff.).

Auch am Harze wiederholen sich genau dieselben Erscheinungen, wie diess aus Hausmanns trefflichen Schilderungen der dortigen Grünsteingebilde zu ersehen ist. Nicht nur kommen dort ganz dieselben Varietäten von theils ungeschichteten, theils geschichteten, grünsteinartigen Gesteinen vor, wie in Westphalen und Nassau, sondern es stellt sich auch die Verknüpfung dieser beiderlei Gesteine unter einander, und mit den übrigen Schichten der Uebergangsformation auf eine ganz ähnliche Weise heraus. »Bei weitem die gewöhnlichste Erscheinung, sagt Hausmann, ist die, dass die Pyroxengesteine nach dem Streichen der Schichten hervortreten, welches früher Veranlassung gab, sie als untergeordnete Lager der Grauwackenformation zu betrachten. Allerdings zeigen sie sich auch unter anderen Verhältnissen, indem sie nicht selten völlig unregelmässig im Schiefergebirge sich ausbreiten und sogar zuweilen gangförmig dasselbe durchsetzen, auf welches Vorkommen Böbert zuerst aufmerksam gemacht hat. Indessen ist das lagerähnliche Vorkommen doch das allgemeinere, wobei denn übrigens die manchfaltigsten Modificationen Statt finden.« Vorher bemerkte er schon im Allgemeinen, dass nicht allein die grosse Verbreitung der Pyroxengesteine in allen Theilen des Schiefergebirges, sondern auch ihre innige Verknüpfung mit den Gliedern der Grauwackenformation, wie solche sowohl in ihren räumlichen Verhältnissen, als auch in ihren häufigen petrographischen Verschmelzungen hervortritt, einen genauen Zusammenhang zwischen dem Auftreten jener Gesteine und den Veränderungen vermuthen lassen, welche das geschichtete Gebirge betroffen haben; (Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 24 f.).

Durch die Untersuchungen von De-la-Beche, Murchison und Sedgwick ist auch in England dieselbe merkwürdige Association theils eruptiver, theils amphoterer (S. 10) Grünsteinbildungen mit den Schichten der Uebergangsformation nachgewiesen worden. De-la-Beche ist der Ansicht, dass das Material der aus Grünsteinschutt gebildeten Conglomerate, Psammite und schiefrigen Tuffe des Schiefergebirges von Cornwall und Devonshire in der Form von Asche und Lapilli (*ashes and cinders*) aus Spalten ausgeschleudert und vom Wasser bearbeitet worden sei, während gleichzeitig anderes Grünsteinmaterial, nach Art der Lavaströme, auf dem Grunde des Meeres zur Eruption gelangte. Daher gehen diese schiefrigen Grünsteintuffe z. B. bei Trevelga ohne irgend eine bemerkbare Gränze in den Thonschiefer, und an vielen anderen Puncten durch mandelsteinartige Gesteine in die körnigen Grünsteine über. Es besteht eine so innige Vermischung zwischen den dichten und schiefrigen Grünsteinen mit den Thonschiefern, dass das Ganze als ein System von gleichzeitigen, obwohl verschiedenartigen Bildungen betrachtet werden muss; auch ist vielorts, und zumal zwischen St. Clether und Trewen, die Association von kohlensaurem Kalk mit den Grünsteinen, Grünsteintuffen und Thonschiefern eine sehr charakteristische Erscheinung; (*Rep. on the Geol. of Cornwall etc. p.* 57). Die dortigen Gesteine gehören aber, wie in Nassau, Westphalen und am Harze, der devonischen Formation an.

Noch früher hat Murchison ganz ähnliche Bildungen aus dem Gebiete der Eng-

lischen Silurformation nachgewiesen. Ausser den Trappen (Grünsteinen) zeigen der Wrekin und Caer-Caradoc unweit ihrer Abhänge geschichtete Psammite, welche, obwohl sie organische Ueberreste umschliessen, dennoch in ihrem Materiale dem Trappe so ähnlich sind, dass sie Murchison *volcanic grit* nennt. Sie sind dunkelgrün, und bestehen aus den Elementen des Grünsteins und Syenites (?) mit sparsamen Glimmerschuppen. Aehnliche sehr feinkörnige Psammite von schmutzig olivengrüner Farbe lassen sich vom Caradoc mehre Meilen weit bis Cheney-Longville verfolgen, wo sie Abdrücke von Krinoiden, Trilobiten und Conchylien enthalten; sie gehören den obersten Schichten der Caradoc-Bildung an, und liegen daher (wie in Böhmen) auf der Gränze der unteren und oberen Abtheilung der Silurformation. Auch an den Abhängen der Malvernhills kommen (jedoch nach Phillips in einem etwas tieferen Horizonte) ganz ähnliche Gesteine vor. Die Trapp-Eruptionen müssen sich also während der silurischen Periode zu verschiedenen Zeiten wiederholt haben. Beweise dafür erkannte auch Murchison in der Gegend des Dorfes Shelve, an der Gränze von Salop und Montgomery, welche wegen ihrer Trapptuffe äusserst interessant ist. Dort ragt der, 7 Engl. Meilen lange, und 1550 F. hohe Berg Corndon auf, welcher aus ungeschichtetem, eruptivem Trapp besteht; allein an beiden Abhängen treten geschichtete Trappgesteine auf, welche oft Schieferfragmente enthalten und mit Sandsteinen wechseln, die der Llandeilo-Bildung (also den tiefsten Etagen der Silurformation) angehören. Die meist grünlichgrauen, sandsteinähnlichen Trapptuffe sind regelmässig geschichtet, halten organische Ueberreste, und bestehen jedenfalls aus eruptivem Gesteinsschutte, welcher auf dem Meeresgrunde ausgebreitet, und mit den übrigen Sedimenten sowie mit Ueberresten von Thieren vermengt wurde. (*The Silurian System, p.* 229 f. und *p.* 268 f.)

Auch im Gebiete der Uebergangsformationen Nordamerikas kommen ähnliche Verknüpfungen zwischen Grünsteinen und geschichteten Gesteinen vor. (*Hitchcock, Rep. on the Geol. of Mass.* 259 f.)

Wie aber die Grünsteine, so haben auch gewisse Porphyre schon in die Bildung der ältesten Sedimentformationen eingegriffen, sind mit ihnen gleichsam zur Interferenz gelangt, und offenbaren eine so innige Verknüpfung mit den sedimentären Schichten, dass man sie nur als solche eruptive Bildungen betrachten kann, deren Eruptionsepoche in die Periode der silurischen oder devonischen Formation fällt. Wenn auch die Beschreibungen mancher dieser Porphyre noch zweifelhaft darüber lassen können, ob sie nicht richtiger in die Kategorie der Grünsteine zu verweisen sind, so lässt es sich doch von anderen gar nicht bezweifeln, dass sie zu der Familie der Felsitporphyre gehören*). Sie bilden regelmässige, oftmals sich wiederholende Lager innerhalb der Schiefer, werden nicht selten von Breccien ihrer Art begleitet, und lassen wohl nur eine ganz analoge Bildungsweise vermuthen, wie solche von den Englischen Geologen für die ähnlichen Grünsteingebilde geltend gemacht worden ist. Die hier und da in der Uebergangsformation angegebenen Schich-

*) Leider nehmen es manche Englische Geologen mit der Benennung und Beschreibung eruptiver, und überhaupt fossilfreier Gesteine nicht hinreichend genau; die Worte Porphyr, Grünstein, Syenit und Trapp werden von ihnen sehr unbestimmt, und zumal das letztere Wort nicht selten als ein Collectiv-Name gebraucht, welcher die verschiedensten Gesteine begreift.

ten von **dichtem Feldspath** oder **Felsit** dürften wohl nur als sehr feine und harte, tuffartige Bildungen zu betrachten sein.

Boué berichtete schon in seinem Werke über Schottland, dass die Uebergangsformation in Cumberland, Nordwales und Westmoreland durch eine erstaunliche Menge von theils krystallinischen theils klastischen Porphyrgesteinen ausgezeichnet sei, welche mit den Grauwacken und Thonschiefern abwechseln; (*Essai géol. sur l'Ecosse, p.* 357). Dieselben Gegenden wurden später sehr genau von Sedgwick untersucht, welcher es bestätigte, dass besonders eine mächtige, aus Thonschiefer bestehende Etage der dortigen Silurformation eine grosse Anzahl gleichzeitiger Porphyrlager umschliesst, welche mehr oder weniger regelmässig mit dem Schiefer wechsellagern, und stellenweise in Breccien und schiefrige Tuffe (*trappean breccias and shales*) übergehen; (*Bull. de la soc. géol. VII,* 153 und *Quart. Journ. of the geol. soc. II,* 106, und *III,* 157). — In den Vogesen sind ähnliche Verhältnisse schon länger bekannt, und von v. Dechen und v. Oeynhausen beschrieben worden; die betreffenden Porphyre zeigen sich dort besonders in den Thälern der Breusch und Thurn, wo sie die Hauptmasse des Gebirges bilden und, obwohl selbst ohne Anlage zur Schichtung, doch in die sehr deutlich geschichteten Grauwacken und Schiefer übergehen; (Geogn. Umrisse der Rheinländer, I, 321). — Die flasrigen und schiefrigen Porphyre der Lennegegenden, zwischen Olpe, Schmallenberg und Heinsberg (*I,* 607), über deren interessante Verhältnisse v. Dechen so lehrreiche Aufschlüsse gegeben hat, dürften wohl ebenfalls grösstentheils als gleichzeitige, in die Periode der devonischen Formation fallende Bildungen zu betrachten sein, welche wenigstens zum Theil als amphotere Producte plutonischer und neptunischer Thätigkeit gelten müssen, da am Steimel bei Schademer sogar ein Homalonotus im schiefrigen Porphyr eingeschlossen gefunden worden ist. — Der untersten fossilhaltigen Etage der silurischen Formation Böhmens sind nach Barrande bei Skrey Porphyre eingelagert, welche mit dem Thonschiefer abwechseln, wodurch diese Etage dort eine fast fünf Mal grössere Mächtigkeit erlangt, als auf der Südseite bei Ginetz; (*Barrande, Esquisse géol. p.* 65). — In der silurischen Formation Südschottlands kommen nach Nicol sehr häufige Lager von rothen und gelben Felsitporphyren vor; bei Innerleithen sah er innerhalb einer Zone von einer Engl. Meile Breite nicht weniger als 22 solcher Lager, welche den fast verticalen Grauwacken- und Thonschieferschichten parallel eingeschaltet sind. Dennoch glaubt er sie für intrusive Bildungen erklären zu müssen, weil sie ihr Nebengestein auffallend verändern, zuweilen Fragmente desselben einschliessen und es sogar stellenweise mit Apophysen durchsetzen.

§. 317. *Steinkohlen und Erzlager.*

Anthracit und **Steinkohle** sind zwar **seltene** Gäste im Gebiete der Uebergangsformationen, aber keineswegs davon gänzlich ausgeschlossen. Gewöhnlich kommen sie nur in Nestern und unbedeutenden Lagen vor; bisweilen treten sie jedoch in hinreichend mächtigen und ausgedehnten Flötzen auf, um sogar mit Vortheil abgebaut werden zu können.

So kennt man nach Harkness in der silurischen Formation Südschottlands mehre weit fortsetzende Anthracitflötze mitten zwischen graptolithenführenden schwarzen Schieferthonen; nach Weawer umschliesst die Uebergangsformation Irlands in der Grafschaft Cork gleichfalls Anthracitflötze, und Sharpe hat gezeigt, dass die anthracitähnlichen Kohlen, welche bei Vallongo, östlich von Oporto in Portugal, abgebaut werden, die untere Etage der dortigen Silurformation unterteufen, was zwar später von Ribeiro bestätigt wurde (*Quart. Journ. of the geol. soc. IX,* 142), von Murchison

aber durch eine Umkehrung der normalen Lagerungsverhältnisse erklärt wird; (*Siluria*, 2. *ed. p.* 449). — Unweit Aviles in Asturien kommen nach Paillette und Verneuil sowohl bei Arnao als auch bei Ferroñes Steinkohlenflötze in der devonischen Formation vor, und der zuletzt genannte Geolog hat sehr triftige Gründe für die Ansicht aufgestellt, dass auch das Kohlenbassin von Sabero in der Provinz Leon, sowie dass die bedeutende Steinkohlenbildung an der unteren Loire in Frankreich derselben Formation zugerechnet werden müsse; dennoch dürften diese Ansichten noch sehr zweifelhaft sein, sobald es sich um solche kohlenführende Schichten handelt, deren Pflanzenreste der Flora der eigentlichen Steinkohlenformation angehören. Nach Steininger kommen in der Grauwacke der Eifel, unter dem dortigen Kalksteine, schmale Kohlenflötze vor, wie z. B. bei Steigen und Katzwinkel, unterhalb Daun, bei Bieresborn und Adenau; sie werden z. Th. von fucusähnlichen Pflanzenabdrücken begleitet; (Geogn. Beschr. der Eifel, 1853, S. 20). — Was aber die unbedeutenden Vorkommnisse von Anthracit oder Steinkohle betrifft, so sind dergleichen in vielen Gegenden, wie z. B. bei Lischwitz unweit Gera, bei Magdeburg, bei Landeshut und Hausdorf in Schlesien, bei Clausthal am Harze u. s. w. bekannt. Indessen werden die meisten deiser Vorkommnisse gegenwärtig in die ältere Steinkohlenformation verwiesen.

Ueberhaupt ist das Vorkommen von Steinkohle eine Erscheinung, welche unter günstigen Umständen in allen sedimentären Formationen zu erwarten, und auch bereits in ihnen allen nachgewiesen ist. Denn, wie wir sie gegenwärtig schon in der silurischen und devonischen Formation kennen gelernt haben, so werden wir sie später, wenn auch nur als eine mehr oder weniger locale Erscheinung, in allen übrigen sedimentären Formationen kennen lernen. Eine jede Sedimentformation kann also hier und da als eine kohlenführende Formation ausgebildet sein, was in nationalökonomischer Hinsicht nicht ganz unwichtig ist. Aber freilich giebt es nur eine Formation, welche in allen Gegenden ihres Vorkommens so gesetzmässig, und auch meist so reichlich mit Steinkohlenflötzen gesegnet ist, dass sie mit vollem Rechte *par excellence* als Steinkohlenformation aufgeführt wird; er ist diess die vierte der grossen paläozoischen Formationen.

Die Uebergangsformationen sind aber auch in vielen Gegenden reich an mancherlei Erzlagerstätten*), und gewinnen dadurch ein hohes praktisches Interesse für den Berg- und Hüttenmann. Es sind besonders verschiedene Eisenerze, Kupfererze, Bleierze und Zinkerze, welche sich oft in grossen Quantitäten vorfinden, während andere Erze zu den minder häufigen Erscheinungen gehören.

Alle diese Erze kommen theils derb und eingesprengt, oder auch in Trümern, Lagen und Nestern innerhalb gewisser Gesteinsschichten zerstreut, theils aber auch concentrirt auf selbständigen Lagern und Stöcken vor, welche entweder zwischen gleichartigen Gebirgsschichten eingelagert, oder noch öfter auf den Gränzen ungleichartiger Schichten, zumal auf den Gränzen der Kalksteine gegen andere Schichten abgelagert sind. In diesem letzteren Falle dürften sie wohl nicht selten als secundäre, durch die chemische Reac-

*) Wir erinnern nochmals daran, dass wir es, wie bereits oben S. 91 bemerkt wurde, hierbei nicht mit den Erzgängen, als fremdartigen und unabhängigen Bildungen, sondern lediglich mit den Erzlagern und anderen, den Gebirgsschichten eigenthümlichen Erzlagerstätten zu thun haben.

tion des Kalksteins auf ehemalige Mineralquellen zur Ausbildung und zum Absatz gelangte Niederschläge zu betrachten sein.

1) Eisenerze. Als solche sind besonders oolithisches Eisenerz, Eisenspath, Brauneisenerz, Rotheisenerz und Magneteisenerz zu erwähnen.

Zuvörderst gedenken wir der Lager von oolithischem Eisenerz (I, 649), welche wegen ihrer oft sehr bedeutenden Erstreckung, und wegen ihrer bestimmten bathrologischen Stelle in dem betreffenden Schichtensysteme einige Wichtigkeit erlangen. Sie kommen z. B. in der silurischen Formation Böhmens an vielen Orten, sowohl im Brdy-Walde, als auch in der Gegend von Zbirow vor; eben so kennt man sie in derselben Formation des Staates New-York, in Herkimer- und Oneida-County, wo sie, bei 1 bis 3 Fuss Mächtigkeit, z. Th. 30 Engl. Meilen weit fortsetzen; auch in den westlichen Staaten Nordamerikas sind nach Whitney Lager von oolithischem Eisenerze sehr verbreitet im Gebiete der Silurformation. Man kennt übrigens ganz ähnliche Rotheisenerze im Gebiete der devonischen Formation; Steininger erwähnt sie von vielen Orten aus der Eifel, wo sie, z. Th. bis 6 und 8 Fuss mächtig, in der Grauwacke unterhalb des dortigen Kalksteins gelagert sind; Geogn. Beschr. der Eifel, 1853, S. 10 ff. Nach Dumont kommen ähnliche Lager in der obersten Etage der devonischen Formation Belgiens vor; indessen kann diese Etage möglicherweise schon der Steinkohlenformation angehören. — Ein dem Chamoisit verwandtes, aus abgeplatteten Pisolithkörnern bestehendes, grünstrichiges und magnetisches Eisensilicat bildet nach Boblaye in der Bretagne, bei Quintin und Fresnaye-le-Vicomte, in den unteren Etagen der Silurformation Lager, welche bis 15 Meter Mächtigkeit erlangen; (*Bull. de la soc. géol. X*, 229).

Eisenspath ist besonders innerhalb der silurischen Formation der Alpen in zahlreichen Stöcken abgelagert; zwar konnte bis jetzt nur für den bei Dienten, unweit Werfen liegenden Stock der paläontologische Beweis des silurischen Alters geliefert werden; allein v. Hauer hält es für sehr wahrscheinlich, dass alle die übrigen, von Neukirchen bis gegen Hall in Tyrol fortziehenden Eisenspathstöcke derselben Bildung angehören. Auch am Erzberge bei Eisenerz, diesem wahrhaft colossalen Eisenspathstocke, sind Krinoidenreste gefunden worden, zum Beweise, dass er nicht mehr in das Gebiet der Urschiefer fällt; (Sitzungsberichte der K. K. Akad. 1850, S. 275).

Brauneisenerz kommt z. B. bei Kirchberg, am nördlichen Fusse des Hunsrück, im Thonschiefer als ein 400 bis 500 Schritt breites, mit Quarz und Thonschiefer durchwachsenes Lager vor; (Steininger geogn. Beschr. des Landes zwischen Saar und Rhein, S. 19). Uebrigens ist dasselbe Erz eine in und bei den Kalksteinlagern sehr gewöhnliche Erscheinung, und daher als ein häufiger Begleiter derselben in der Form von Nieren, Nestern, Stöcken und Lagern an vielen Orten bekannt; (z. B. am Harze, in der Eifel, im Voigtlande). Bedeutend ist auch das Vorkommen von Miedzianagora in Polen, nordwestlich von Kielce, wo in dem bunten Letten, welcher die oberste Etage der dortigen, zwischen Kalkstein und Quarzit abgesetzten Erzlagerstätte bildet, zahlreiche sphäroidische und ellipsoidische Brauneisenerznieren von einer Faust bis zu vielen Cubiklachtern Grösse stecken. Eine ganz ähnliche Lagerstätte, welche sowohl Brauneisenerz als Rotheisenerz genau unter denselben Verhältnissen umschliesst, findet sich im Quarzite selbst bei Dabrowa. Auch in den westlichen Staaten Nordamerikas enthalten die mittelsilurischen Kalksteine mächtige Ablagerungen von Brauneisenerz.

Rotheisenerz, zum Theil als Glanzeisenerz, meist als dichtes, fasriges und ockriges Rotheisenerz ist ein sehr gewöhnlicher Begleiter der Grünsteine und Schalsteine, zumal da, wo solche an Kalkstein oder Dolomit angränzen. Auf diese Weise kommt es in mitunter recht bedeutenden Lagern und Stöcken bei Brilon und überhaupt in der ganzen Linie zwischen Bigge und Bredelar in Westphalen, bei Weilburg

und Dillenburg im Herzogthum Nassau, und in anderen Gegenden vor; dabei ist es interessant, dass diese Lager oft sehr reich an Fossilien sind, welche sich grossentheils selbst in Rotheisenerz umgewandelt zeigen; auch Anthracitnester sind nicht selten. Uebrigens kommen auch Rotheisenerze zuweilen unabhängig von Grünsteinen im Kalksteine selbst vor, wie am Harze und bei Miedzianagora in Polen. Bei Mieres in Asturien und bei Sabero in Leon sind nach Verneuil die rothen Sandsteine der devonischen Formation dermaassen mit Eisenoxyd imprägnirt, dass sie ein sehr gutes Rotheisenerz liefern. *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol.* 10, 1853, *p.* 127.

Magneteisenerz gehört in der Uebergangsformation zu den seltenen Erscheinungen; das pisolithische Eisenerz der Bretagne ist oft reichlich damit versehen, und Sandberger erwähnt ein Magneteisenerzlager im Schalsteine bei Odersbach in Nassau.

2) Kupfererze; es ist besonders Kupferkies, welcher, gewöhnlich mit Eisenkies, wohl auch mit Zinkblende, Bleiglanz und anderen Erzen verbunden, theils selbständige Lager und Stöcke, theils blose Trümer- und Netzwerke in den Schichten der Uebergangsformation bildet.

Berühmt ist der 1800 F. lange und 170 F. mächtige Erzstock des Rammelsberges bei Goslar, welcher hauptsächlich aus einem compacten und sehr festen Gemenge von Eisenkies und Kupferkies mit Bleiglanz und brauner Zinkblende besteht, im Allgemeinen eine scharf linsenförmige Gestalt hat, sich jedoch nach unten in zwei Keile spaltet, so dass sein verticaler Querschnitt fast eine pfeilspitzenartige Figur darstellt, und seine ganze Form mit jener gewisser linsenförmiger Zwillingskrystalle des Gypses von Montmartre verglichen werden kann. — Auf der Insel Anglesea kommt ein ganz colossaler, viele tausend Fuss langer und 200 bis 300 F. mächtiger Kupferkiesstock vor, welcher nach den Beschreibungen von Lentin und Hawkins grosse Aehnlichkeit mit der Rammelsberger Lagerstätte zeigt, und sich, ebenso wie diese, jedoch nicht in der Richtung des Fallens, sondern in der Richtung des Streichens auf seiner östlichen Seite in zwei Keile spaltet. — Die Erzlagerstätte von Szamobor, unweit Agram in Croatien, ist nach Lémaire kein zusammengehaltener Erzstock, sondern ein Netzwerk, indem der Kupferkies mit den übrigen Erzen blose Nieren und Nester, Trümer und Lagen bildet, welche innerhalb eines Raumes von 400 Meter Länge und 200 M. Tiefe die Grauwackenschichten nach allen Richtungen erfüllen und durchschwärmen; zugleich kommen auch Anthracitlagen vor, und das erzführende Schichtensystem wird von Gyps bedeckt. — Bei Miedzianagora dagegen sind es besonders Kupferglanz und Kupferschwärze, welche, zugleich mit Eisenkies und gelber Zinkblende, die untere, dem schiefrigen Kalksteine unmittelbar aufliegende, und aus grauem Letten bestehende Etage des dortigen Erzlagers erfüllen; höher aufwärts folgt, durch erzleeren mergeligen Kalkstein getrennt, eine gelbe und rothe Mergelschicht (die sog. Flötzasche), welche mit Malachit, Kupferlasur und Kupfergrün erfüllt ist. (Pusch, Geogn. Beschr. von Polen, S. 78 ff.)

3) Bleierze. Unter ihnen steht der Bleiglanz oben an, welcher in einigen Regionen der Uebergangsformation in ganz ausserordentlicher Menge niedergelegt ist; gewöhnlich sind es gewisse, aus Kalkstein bestehende Etagen, innerhalb welcher dieses Erz in der Form von eingesprengten und derben Partieen, von Nestern, Trümern und Lagen zur Ausbildung gelangt ist; die ausserdem noch vorkommenden Bleisalze sind erst aus der Zersetzung des Bleiglanzes hervorgegangen, und finden sich daher auch meist nur in den oberen Regionen der betreffenden Lagerstätten.

Auf solche Weise erscheint nach Benoit der Bleiglanz, zugleich mit Eisenkies, Zinkblende, Quarz und Kalkspath, im Grauwackenschiefer von Longwilly in Luxemburg. Bei Olowianka unweit Checin in Polen wird der Kalkstein nach allen Richtungen von zahlreichen Bleiglanztrümern durchzogen, so dass man, wie Pusch sagt, das Ganze als ein Stockwerk (oder Netzwerk) betrachten kann. — In der Sierra de Gador in Spanien, einem Theile der Alpujarras, ist der rauchgraue bis bräunlichschwarze, dichte, nach oben mit Dolomit wechselnde Kalkstein innerhalb eines Raumes von $^1/_4$ Meile Länge und Breite mit Nestern, Lagen und Trümern von Bleiglanz erfüllt, der gewöhnlich von einem gelblichrothen Letten begleitet wird, und jährlich über $^1/_2$ Million Centner Blei liefert. Paillette und Hausmann haben die grosse Analogie hervorgehoben, welche zwischen diesem Vorkommen und jener, in einem wahrhaft gigantischen Maassstabe ausgebildeten Bleiglanz-Niederlage Statt findet, die in Nordamerika bekannt ist. Im südlichen Theile von Wisconsin, sowie in den angränzenden Theilen von Iowa und Illinois ist nämlich der untersilurische Kalkstein über einem Raume von 87 Englischen Meilen Länge und 54 Meilen Breite (oder von 220 geographischen Quadratmeilen) von Bleiglanz-Trümern und Gängen durchzogen, welche sich oft auf den Schichtungsfugen ausbreiten, auch zu grösseren Nestern und Stöcken erweitern oder vereinigen, ausserdem meist rothen Letten und Kalkspath führen, und einen solchen Reichthum von Erzen liefern, dass im Jahre 1839 allein 30 Millionen Pfund Blei ausgebracht wurden; die drei Mittelpuncte des Bergbaus in dieser grossen Blei-Region sind Galena in Illinois, Mineral-Point in Wisconsin und Dubuque in Iowa. Auch Galmei und Zinkblende, besonders aber sehr viel Brauneisenerz ist dort in derselben Kalksteinformation niedergelegt. Unter ganz ähnlichen Verhältnissen kommt der Bleiglanz in den silurischen Kalksteinen des Staates Missouri vor. — Als eines Beispiels von solchen Bleiglanz- und Zinkblendelagern, welche in Thonschiefer und Sandstein, oder auch auf der Gränze dieser Gesteine liegen, gedenken wir der Lagerstätten von Ramsbeck in Westphalen.

4) Zinkerze. Besonders Galmei und Zinkspath sind zuweilen in bedeutenden Massen an der Gränze und im Innern von Kalksteingebilden zur Ablagerung gelangt; gewöhnlich werden sie von eisenschüssigem Letten sowie von Bleiglanz, Bleicarbonat, Brauneisenerz und anderen Mineralien begleitet. Meist sind es ganz regellos gestaltete und mit dem Kalksteine sehr innig verbundene Nester, Klötze und Stöcke, welche von diesen Erzen und ihren Begleitern gebildet werden.

So ist z. B. das Vorkommen des Galmeis und Zinkspathes zwischen Iserlohn und Westich in Westphalen, auf der Gränze des Grauwackenschiefers und des Kalksteins, in welchen letzteren die Erze mehr oder weniger weit aufwärts eingreifen, während sie von ersterem scharf geschieden sind. Bei Aachen bildet der Galmei gleichfalls regellose aber colossale Ablagerungen im Dolomite*).

5) Antimonerze, Manganerze und Mercurerze. Diese Erze sind, wie überhaupt, so auch in den Uebergangsformationen seltener anzutreffen, als die bisher betrachteten metallischen Mineralien.

Antimonglanz bildet zuweilen Netzwerke, d. h. Systeme von dicht gedrängten und sich gegenseitig kreuzenden Lagen und Trümern, innerhalb gewisser Schichten der Uebergangsformation. Ein solches Vorkommen erwähnt Cauchy von Goesdorf unweit Wilz in Belgien, und ein ganz ähnliches kennt man bei Bruck im

*) Vergl. Max Braun, über die Galmeilagerstätte des Altenberges, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. Bd. 9, S. 354 ff.

Amblève in Rheinpreussen; an beiden Orten sind es Schichten von Grauwackenschiefer, welche die Erze beherbergen. — Manganerze bilden nach Cauchy bei Chain und Lierneux in den Ardennen mehre kleine Lager, welche zum Theil nur als erzführende Schieferschichten zu betrachten sind. — Endlich erklärte es schon Burat für sehr wahrscheinlich, dass die berühmten Mercurlagerstätten von Almadén in Spanien nur als mächtige Sandsteinschichten der dortigen Silurformation gelten können, welche mit Zinnober mehr oder weniger reichlich imprägnirt und erfüllt sind; (*Burat, Etudes sur les mines, Supplément, p.* 64). Diese Ansicht ist später durch die Forschungen von Casiano de Prado, und durch die schöne Arbeit von Verneuil über die Fossilien der Uebergangsformation von Almadén und der Sierra Morena vollkommen bestätigt worden; *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, 1855, *p.* 964 *ff.* Lipold glaubt, dass auch die ergiebige Lagerstätte von Idria der Uebergangsformation angehört. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanst. 1853, S. 423.

Zweites Capitel.

Geotektonische Verhältnisse der Uebergangsformationen überhaupt.

§. 318. *Zusammensetzung aus vorherrschenden und untergeordneten Gebirgsgliedern.*

Die verschiedenen Gesteine und Mineral-Aggregate, welche wir in den vorhergehenden Paragraphen als die eigentlichen Materialien der Uebergangsformationen kennen gelernt haben, nehmen an der Zusammensetzung derselben einen sehr verschiedenen Antheil.

Die Grauwacken, Grauwackenschiefer und Thonschiefer einerseits, sowie die Sandsteine anderseits sind unstreitig in der Regel als die vorherrschenden Gesteine zu betrachten, welche daher den Hauptkörper der meisten cambrischen, silurischen und devonischen Regionen constituiren. Die drei zuerst genannten Gesteine treten bald in beständiger Wechsellagerung ihrer einzelnen Schichten, bald in mächtigen Zonen oder Etagen auf, welche gleichfalls in mehrfacher Wiederholung übereinander liegen können. Die Sandsteine pflegen mehr selbständige und abgesonderte Etagen zu bilden, obgleich auch sie nicht selten durch Grauwacke oder sandige Schiefer mit den übrigen Gesteinen in Verbindung gebracht werden. — Ueberhaupt aber walten in manchen Gegenden die schiefrigen, in anderen mehr die körnigen oder psammitischen Gesteine vor, ohne dass sich in dieser Hinsicht eine allgemeine Regel aufstellen lässt. Die conglomeratähnlichen Bildungen spielen zwar im Allgemeinen eine mehr untergeordnete Rolle, können jedoch gleichfalls in einzelnen Gegenden zu einer recht bedeutenden Entwickelung gelangen. In manchen Ländern, wie z. B. in Scandinavien, Russland und Nordamerika, gewinnen auch die Kalksteine oder Dolomite und die Mergel eine grosse Bedeutung, indem sie in ihrer Ausdehnung und Mächtigkeit, oder doch wenigstens in der ersteren mit den übrigen Gesteinen wetteifern, und solchenfalls eben sowohl als vorherrschende Glieder der Uebergangsformationen gelten können, wie sich diess gewöhnlich nur von den schiefrigen und psammitischen Gesteinen behaupten lässt.

Abstrahiren wir von den so eben erwähnten Fällen, so dürfte im Allgemeinen anzunehmen sein, dass die Kalksteine und Dolomite, die Quarzite und Kieselschiefer, die Grünsteintuffe und was mit ihnen zusammenhängt, rücksichtlich des Antheils, welchen sie an dem Total-Volumen der Uebergangsformationen haben, schon einen mehr untergeordneten Charakter behaupten, obgleich sich auch für sie in einzelnen Gegenden das entgegengesetzte Verhältniss geltend machen kann.

Dem Alaunschiefer, dem Gypse, den Steinkohlen und den Erzen darf wohl in allen Fällen nur die Bedeutung von untergeordneten Gebirgsgliedern zugestanden werden, wenn auch hier und da ein Erzstock oder eine Alaunschiefer-Ablagerung zu recht ansehnlichen Dimensionen anwachsen kann.

Obwohl daher gerade diese Materialien, eben so wie die Kalksteine, zu denen in technischer Hinsicht vorzüglich wichtigen Bestandtheilen der Uebergangsformationen gehören, so werden sie doch da, wo es sich um eine blose Abwägung der Massen, um eine blose Schätzung des Volumens handelt, als die unbedeutendsten Glieder derselben hervortreten.

Die vorherrschenden Gebirgsglieder der Uebergangsformationen bilden die einzelnen Haupt-Etagen, welche sich in der Zusammensetzung derselben unterscheiden lassen und, wie durch petrographische, so auch oft durch gewisse paläontologische Eigenthümlichkeiten auszeichnen. Daher finden wir denn meistentheils in einer jeden Bildungsregion eine Aufeinanderfolge von bestimmten Etagen, in welchen bald der schiefrige, bald der psammitische oder psephitische, bald auch der kalkige Typus vorwaltet. Dennoch aber können innerhalb verschiedener, wenn auch benachbarter, Bildungsregionen, ja sogar innerhalb einer und derselben, grösseren Bildungsregion diese Etagen sowohl nach ihrer Anzahl und Mächtigkeit, als auch nach ihrer petrographischen und paläontologischen Eigenthümlichkeit mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten erkennen lassen.

Eine und dieselbe Etage kann z. B. hier als Conglomerat, dort als Grauwacke, und weiterhin als Schiefer, oder auch hier als reiner Kalkstein, dort als eine Wechsellagerung von Kalkstein und Schiefer, und endlich als bloser Schiefer mit Kalksteinnieren ausgebildet sein. Dieselbe Etage, welche in einer Gegend mehre tausend Fuss mächtig ist, kann sich in ihrer weiteren Erstreckung bis auf wenige hundert Fuss verschmälern, und in noch grösserer Entfernung gänzlich auskeilen. Da endlich eine und dieselbe Etage an ihrem Bildungsrande als ein litorales, und weiter auswärts als ein pelagisches, ja vielleicht als ein, bis unter den Nullpunct des organischen Lebens hinabreichendes Sediment abgesetzt worden sein kann, so wird sie schon deshalb in verschiedenen Theilen ihres Verbreitungsgebietes etwas verschiedene Fossilien umschliessen, oder auch aller Fossilien ermangeln können; ganz abgesehen von denjenigen Verschiedenheiten, welche durch die verschiedene materielle Beschaffenheit der Sedimente herbeigeführt werden mussten (S. 42), und zum Theil wenigstens das Vorkommen der von Barrande so genannten Colonien veranlasst haben dürften; (vergl. *Murchison*, *Siluria*, 2. *ed*. *p*. 400).

Die untergeordneten Gebirgsglieder pflegen den vorherrschenden Gebirgsgliedern dergestalt eingeschaltet zu sein, dass sie hier und da, entweder mitten innerhalb der Haupt-Etagen, oder auf den Wechseln derselben

abgelagert sind; weshalb denn auch die kleineren Lager und die Stöcke öfters eine reihenförmige Anordnung längs derselben Streichlinie erkennen lassen, während die mehr stetig verlaufenden untergeordneten Schichten wegen ihres meist sehr ausgezeichneten petrographischen und paläontologischen Signalements als sichere Leitfaden durch den oft sehr verworrenen Schichtenbau, und als zuverlässige Markscheiden der an einander gränzenden Haupt-Etagen benutzt werden können.

In solcher Weise, aus gewissen vorherrschenden, und aus anderen untergeordneten Gebirgsgliedern zusammengesetzt, erlangen nun die Uebergangsformationen in ihren verschiedenen Verbreitungsgebieten mitunter eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit, während sich zugleich die Areale dieser Verbreitungsgebiete über viele Tausende von Quadratmeilen erstrecken können.

Nach den Resultaten der geognostischen Landesaufnahme ist die cambrische Formation von Longmynd in Shropshire 26000 Fuss mächtig. Nach Ramsay ist in Südwales die silurische Formation allein 8000 bis 12000 Fuss, und die, als rother Sandstein ausgebildete devonische Formation 4000 bis 7000 Fuss mächtig, so dass dort das Maximum der Mächtigkeit für beide zugleich auf 19000 Fuss veranschlagt werden kann. Dieselben beiden Formationen erreichen im Staate Pennsylvanien nach Henry Rogers mindestens eine summarische Mächtigkeit von 30000 Fuss. Die silurische Formation Böhmens dürfte, zufolge des von Barrande mitgetheilten Profiles, auch nach Abzug der unteren fossilfreien Etagen, eine Mächtigkeit von vielen tausend Fuss besitzen, und die, grösstentheils devonischen Formationen des Harzes, Oberfrankens, Rheinpreussens, Westphalens und des Thüringer Waldes müssen gleichfalls ganz erstaunliche Mächtigkeiten erreichen *).

Die so eben angeführten Beispiele verweisen uns auf die Grösse der Zeiträume, welche zur Ausbildung solcher Schichtensysteme erforderlich waren; sie geben uns erst den wahren chronologischen Maassstab an die Hand, nach welchem eigentlich diejenigen beiden Perioden bemessen werden müssen, während welcher die silurische und die devonische Formation geschaffen wurden. Wenn also auch in manchen Gegenden, wie z. B. im nordwestlichen Russland, in Norwegen und in Schweden, die silurische Formation mit einer verhältnissmässig weit geringeren Mächtigkeit vorliegt, so beweist diess wohl nur, dass in das dortige silurische Meer eine weit spärlichere Zuführung von Material Statt gefunden haben müsse, als solches in anderen Meeresregionen der Fall war.

§. 319. *Lagerung und Architektur der Uebergangsformationen.*

Natürlicherweise können die Uebergangsformationen ursprünglich nur entweder den primitiven, oder auch sehr alten eruptiven Formationen aufgelagert sein; andere Auflagerungsverhältnisse lassen sich nur ausnahmsweise, als locale, durch spätere Dislocationen, Ueberschiebungen oder Eruptionen verur-

*) In Rheinpreussen wird die devonische Formation von Bingen bis Bonn, also auf 11 Meilen Länge, vom Rheinthale durchschnitten, während die Schichten im Allgemeinen stark nach Süden einfallen; allein diese scheinbare ungeheuere Mächtigkeit ist nur das Resultat mehrfacher Faltungen, durch welche dieselben Schichten wiederholt nach einander zu Tage austreten. Wirtgen u. Zeiler, in Verhandl. des naturhist. Ver. der preuss. Rheinl. XI, 1854, S. 460 f.

sachte Erscheinungen erwarten. Da nun aber die primitiven Formationen besonders als eine Gneiss- und als eine Schieferformation zu unterscheiden sind, und da die Schichten derselben sehr häufig eine steile und selbst verticale Lage haben, so werden die Uebergangsformationen bald der Urgneiss- bald der Urschieferformation unmittelbar, und zwar häufig beiden mit discordanter Lagerung (I, 890) aufgelagert erscheinen. Doch sind auch viele Fälle bekannt, da die Urschieferformation und die Uebergangsformation in concordanter Lagerung auf einander folgen, und zugleich durch allmälige Uebergänge so innig verknüpft sind, dass gar keine scharfe Gränzlinie gezogen werden kann, und eine ganz stetige Entwickelung der einen Formation nach der anderen anzunehmen sein dürfte.

In Russland, in Schweden, im südlichen Norwegen sowie in den Seeregionen Nordamerikas ist die silurische Formation den primitiven Formationen discordant aufgelagert, was dort um so auffallender hervortritt, weil in diesen Gegenden (Norwegen ausgenommen) die silurischen Schichten über grosse Flächenräume noch vollkommen horizontal liegen, während die Schichten der primitiven Formation gewöhnlich vertical oder doch sehr steil aus der Tiefe heraufsteigen. Nach Charpentier zeigt die Uebergangsformation der Pyrenäen meist eine ungleichförmige Lagerung auf der Urformation, obgleich die beiderseitigen Schichten oft nach derselben Weltgegend einfallen. In England folgt die silurische Formation bald in discordanter, bald in concordanter Lagerung auf die ältere fossilfreie Schieferformation. In Böhmen, im Herzogthum Nassau und in sehr vielen anderen Gegenden sind die Urschiefer- und die Uebergangsformation durch Uebergänge und gleichförmige Lagerung so innig verbunden, dass sich kaum sagen lässt, wo die eine aufhört und die andere anfängt. Dasselbe scheint im Appalachischen Gebirge in Nordamerika der Fall zu sein.

Weil sich die cambrische, die silurische und die devonische Formation während dreier, auf einander folgender grosser Zeitperioden entwickelt haben, und weil die zu solcher Entwickelung erforderlichen Verhältnisse der Submersion für manche Gegenden während aller dieser Perioden bestanden haben können, wogegen solche für andere Gegenden nur während der silurischen, und für noch andere Gegenden erst während der devonischen Periode Statt gefunden haben, so lässt sich auch erwarten, dass die Uebergangsformationen keinesweges in allen Gegenden ihres Vorkommens zu einer vollständigen Entwickelung gelangt sein werden. Wie wir sie also über grosse Landstriche gänzlich vermissen, weil solche während der betreffenden Perioden als Festland existirten, oder auch weil die einstmals vorhanden gewesenen Schichten der Uebergangsformation später zerstört und spurlos vertilgt worden sind, so finden wir in anderen Landstrichen die cambrische, die silurische und die devonische Formation zugleich oder auch je zwei derselben, in noch anderen Landstrichen nur die silurische, und wiederum in anderen nur die devonische Formation zur Ausbildung gebracht.

Ob und mit welchem Rechte in manchem der letzteren Fälle die unter der devonischen Formation liegenden fossilfreien Schiefermassen als ein Aequivalent der silurischen Formation zu betrachten sein werden, diess ist eine Frage, deren Beantwortung mit eigenthümlichen Schwierigkeiten verbunden ist. Ein

wirklicher **Beweis** für die Richtigkeit einer solchen Deutung würde nur dann geliefert werden, wenn die betreffenden fossil**freien** Schichten in ihrem weiteren Verlaufe **stetig** zu verfolgen, und dabei in benachbarten Regionen mit wirklichen silurischen Fossilien wieder zu finden wären.

So existiren z. B. am Harze, in England, Russland und Nordamerika die silurische und die devonische Formation über und neben einander, wogegen man im südlichen Schweden und in Böhmen nur die **silurische**, in Rheinpreussen und Nassau bis jetzt nur die **devonische** Formation nachgewiesen hat. Da sich die in einem sehr tiefen Meere, unterhalb des Nullpunctes des organischen Lebens abgesetzten Schichten fast völlig frei von organischen Ueberresten erweisen müssen (S. 36 und 38), so wäre es möglich, dass in den letztgenannten Ländern die Basis der devonischen Formation während der silurischen Periode unter solchen Umständen gebildet worden ist, welche mit der Existenz organischer Wesen unvereinbar waren. — In Sachsen und am Thüringer Walde sind **beide** Formationen vorhanden, obwohl die silurische Formation durch Fossilien nur sehr spärlich als solche wirklich charakterisirt erscheint; denn gewöhnlich sind es nur Graptolithen, welche bis jetzt den Beweis für das Dasein dieser Formation in jenen Gegenden geliefert haben.

Wo die cambrische, die silurische und die devonische Formation über und neben einander zur Ausbildung gelangt sind, da entsteht uns die Frage nach ihrer **relativen** oder gegenseitigen Lagerung, ob sie nämlich in concordanter, oder in discordanter Lagerung auf einander folgen. Die Antwort auf diese Frage lautet dahin, dass in verschiedenen Gegenden sowohl das eine, wie das andere Lagerungsverhältniss vorkommt. Auch ist es begreiflich, dass sogar in einer und derselben Gegend hier das eine, und dort das andere Lagerungsverhältniss Statt finden kann, wenn z. B. die silurische Formation vor der Ablagerung der devonischen Schichten partielle Dislocationen und Aufrichtungen erfahren hat.

Im nordwestlichen Schottland, an den Küsten von Sutherland und Ross, liegt die silurische Formation discordant, in Shropshire dagegen liegt sie concordant auf der cambrischen Formation; das letztere Verhältniss scheint auch in Böhmen Statt zu finden, dafern es erlaubt ist, die mächtige fossilfreie Etage, welche die dortige Silurformation unterteuft, für cambrisch zu halten. In Russland und Nordamerika folgen sich die silurische und die devonische Formation gewöhnlich in vollkommen concordanter Lagerung; in England und Schottland findet häufig eine entschiedene discordante Lagerung Statt. Eben so verhält es sich auch zwischen der devonischen Formation und der über ihr folgenden Steinkohlenformation, welche in manchen Ländern (z. B. in Westphalen, Devonshire, Russland und Nordamerika) concordant, in andern Ländern (z. B. in Sachsen, auf der Südseite des Hunsrück und in vielen anderen Gegenden Englands) discordant gelagert sind.

Weil die meisten Granite erst **nach** der Bildung der Uebergangsformationen hervorgetreten sind, so werden auch die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse dieser Formationen sehr häufig durch die granitischen Eruptionen gewaltsame Störungen und Veränderungen erlitten haben. Doch waren diess oft nur locale, auf die unmittelbare Umgebung der Granite beschränkte Perturbationen, während die allgemeinsten und grossartigsten Störungen der Lagerung und Architektur durch abyssodynamische Bewegungen der Erdkruste veranlasst worden zu sein scheinen, welche vielleicht oftmals mit den endlichen Eruptionen der

Granite in einem ursachlichen Zusammenhange gestanden haben mögen, aber gewiss nicht als das alleinige Werk dieses letzten Actes der plutonischen Thätigkeit betrachtet werden können.

Die Uebergangsformationen haben in manchen Ländern noch bis auf den heutigen Tag dieselbe Lagerungsform und dieselbe Architektur beibehalten, welche ihnen gleich anfänglich bei ihrer Bildung verliehen worden waren, indem sie sich noch gegenwärtig in horizontalen oder doch nur sehr sanft geneigten Schichten über kleinere und grössere Räume, ja zum Theil über Räume von vielen tausend Quadratmeilen ausbreiten; wie diess z. B. in Schweden, und in einem grossen Theile von Russland und Nordamerika der Fall ist. Bei solcher Lagerung hat zwar ihr ursprüngliches Niveau, nicht aber ihre ursprüngliche Architektur eine wesentliche Aenderung erfahren, indem der betreffende Theil der Erdoberfläche, oder richtiger gesagt, des ehemaligen Meeresgrundes, allerdings bis zu einer grösseren oder geringeren Höhe über den Meeresspiegel herausgetreten ist, ohne dass jedoch die geringsten Störungen oder Verschiebungen der Schichten Statt fanden. Es war nur ein ganz allmäliges und ruhiges, von säcularen Bewegungen (I, 232 und 364) verursachtes Emporschwellen in verticaler Richtung, vielleicht auch eine in entfernten Regionen des Oceans eingetretene allgemeine Senkung und Vertiefung, durch welche jene, zum Theil erstaunlich grossen Areale des ältesten Meeresgrundes in Festland verwandelt wurden. Daher liegen denn die Schichten dieser marinen Sedimente noch so horizontal und ungestört über einander, wie sie ursprünglich abgesetzt worden sind, und bei ihrem Anblicke erinnert uns Nichts an die ungeheuren Kräfte, welche bei jenen säcularen Hebungen oder Senkungen in Wirksamkeit waren.

Allein in sehr vielen, ja man kann wohl sagen, in den meisten Gegenden ihres Vorkommens bieten die Uebergangsformationen ganz andere Erscheinungen dar, so dass wir bei dem ersten Eintritte in ihr Gebiet an die gewaltsamsten Dislocationen ihrer Schichten und an alle jene verschiedenartigen Störungen des ursprünglichen Gebirgsbaus erinnert werden, wie solche im ersten Bande Seite 925 ff. im Allgemeinen zur Sprache gebracht worden sind. In solchen Gegenden sind die ursprüngliche Lagerungsform und Architektur total verschwunden, und, an die Stelle von horizontalen, stetig ausgebreiteten Decken sind steile oder vertical aufgerichtete, gewundene, gefaltete und gestauchte, oft durch Verwerfungsspalten aus einander gezogene, oder auf andere Weise zerrissene Schichtensysteme getreten. Bisweilen waltet dabei noch eine Art von grandioser Einfachheit, indem entweder ein paralleler, durch meilenweite Distanzen unausgesetzt nach derselben Weltgegend hin einfallender Schichtenbau (I, 883) verfolgt, oder auch der ganze Bau auf das Schema einer einzigen, grossartigen Mulde zurückgeführt werden kann. In anderen Fällen aber wird die Architektur im höchsten Grade verwickelt, indem Mulden und Sattel von den verschiedensten Dimensionen und Formen mit antiklinen und synklinen, mit senkrechten, fächerförmigen und giebelförmigen Zonen abwechseln, so dass in den Profilen solcher Schichtensysteme die wunderbarsten Lineamente hervortreten.

Zugleich mit diesen Aufrichtungen, Windungen und Faltungen des Schichtenbaues, welche uns nicht nur auf innere Convulsionen, sondern geradezu auf Verschiebungen, auf förmliche Translocationen der, oft viele tausend Fuss mächtigen Massen verweisen, stellt sich in vielen (wenn auch nicht in allen) Gegenden jene räthselhafte Erscheinung der transversalen Schieferung und Plattung ein (I, 952), durch welche uns zwar die eigentliche Schichtung mehr oder weniger maskirt, aber mitten in dem Wirrwarr und der Manchfaltigkeit des Schichtenbaues eine wunderbare neue Ordnung und Einheit der innersten Structur enthüllt wird. Ja, diese transversale Schieferung ist gerade für die Uebergangsformationen eine besonders charakteristische Erscheinung, welcher wir in ihrem Gebiete häufiger und regelmässiger begegnen, als im Gebiete irgend einer anderen, älteren oder jüngeren Formation.

In solcher Art finden wir die Lagerung und Architektur der Uebergangsformationen z. B. im grössten Theile von England und Schottland; in der Apalachischen Gebirgskette Nordamerikas; in Belgien, Rheinpreussen, Westphalen und Nassau; am Harze, am Thüringer Walde, in Oberfranken und Sachsen; in Böhmen, im südlichen Norwegen, am Westabfalle des Urals, und in sehr vielen anderen Ländern. Nur müssen wir es nochmals hervorheben, dass die transversale Schieferung zwar in vielen, aber keinesweges in allen den genannten Gegenden eine so allgemeine und durchgreifende Rolle spielt, wie diess wohl bisweilen vorausgesetzt worden ist. Ihre Ausbildung war vielleicht an die Bedingung geknüpft, dass die Dislocationen des betreffenden Schichtensystems bald nach seiner Bildung und noch im Zustande seiner Submersion erfolgten; abgesehen davon, dass die Ursachen zu jenen ungeheuren Lateralpressungen, durch welche sie hervorgebracht wurde (I, 955), nicht überall vorhanden gewesen sein mögen.

Drittes Kapitel.

Eintheilung der Uebergangsformationen, und organische Ueberreste derselben.

§. 320. *Unterscheidung der cambrischen, silurischen und devonischen Formation.*

Wir haben uns bisher mit den Uebergangsformationen überhaupt beschäftigt, ohne dabei Rücksicht auf ihre Formations-Verschiedenheit zu nehmen, und müssen jetzt noch diesem Verhältnisse unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Schon lange war in Teutschland und Frankreich das Bedürfniss empfunden, und auch mancher Versuch gemacht worden, im Bereiche der Uebergangsformation gewisse Formations-Unterschiede geltend zu machen, wobei man jedoch lediglich die Lagerungsverhältnisse berücksichtigte, die Fossilien aber ganz unbeachtet liess; obwohl Hisinger bereits im Jahre 1826 die Möglichkeit einer auf paläontologische Merkmale gegründeten Unterscheidung dargethan hatte, indem er zeigte, dass die in Schweden, einerseits auf dem Festlande, anderseits auf der Insel Gottland vorfindlichen Schichten der Uebergangsformation, ihren Versteinerungen zufolge, nothwendig getrennt, und als eine ältere und eine jüngere Bildung unterschieden werden müssten.

Am Harze machte Lasius bereits im Jahre 1789, Jasche im Jahre 1818 und Keferstein im Jahre 1830 einen Unterschied zwischen älterem und jüngerem Uebergangsgebirge; in Nassau unterschied Stifft im Jahre 1831 drei, und in Ungarn Beudant schon 1822 zwei Abtheilungen der Uebergangsformation; auch hatte Elie-de-Beaumont seit 1833 in seinen Vorlesungen, und Burat im Jahre 1834 in seinem *Traité de Géognosie* eine dreifache Eintheilung der Uebergangsformation geltend zu machen versucht.

Mit der Arbeit von Hisinger wurde eigentlich die genauere paläontologische Untersuchung und Classification dieser ältesten, fossilhaltigen Sedimentformationen eröffnet. Aber erst mit dem Jahre 1833 beginnt jene denkwürdige Periode, welche eine neue und ganz ausserordentliche Thätigkeit in der Erforschung der Uebergangsformation, zuerst in England, später in vielen anderen Ländern Europas, sowie in Nordamerika hervorrief, und, bei einer vorzugsweisen Berücksichtigung der paläontologischen Charaktere, zu so unerwarteten Resultaten gelangen liess, dass sich bald eine totale Reform der Lehre vom Uebergangsgebirge als unvermeidlich herausstellte. Was nämlich bis dahin theils unter diesem Namen, theils unter dem Namen Grauwackengebirge als eine Formation betrachtet und aufgeführt worden war, das wurde damals zunächst in drei Formationen getrennt, welche die Namen des cambrischen silurischen und devonischen Systems erhielten*).

Von dem cambrischen Systeme, mit dessen Erforschung und Feststellung in Nordwales und Cumberland sich besonders Sedgwick beschäftigte, ist es nun freilich durch neuere, von den Geologen der englischen Landesaufnahme ausgeführte Untersuchungen bewiesen worden, dass solches in seiner ursprünglichen Auffassung nicht füglich als eine selbständige paläozoische Formation betrachtet werden kann, weil seine oberen Etagen dieselben organischen Ueberreste enthalten, wie die tieferen Schichten der Silurformation, während seine unteren Etagen grösstentheils aus fossilfreiem Thonschiefer, Chloritschiefer, Quarzit, Grauwacke und dergleichen bestehen, so dass darunter fast nur die alte, versteinerungsleere Schieferformation zu verstehen sein würde.

Dennoch hat sich bei diesen neueren Untersuchungen ergeben, dass in mehren Gegenden Gross-Britanniens mächtige sedimentäre Schichtensysteme vorkommen, in denen sich, wenn auch äusserst seltene, so doch eigenthümliche organische Ueberreste vorfinden, während sie doch die tiefsten silurischen Schichten unterteufen. Diese Schichtensysteme sind es, welche gegenwärtig unter dem Namen der cambrischen Formation aufgeführt werden.

So hat denn die langwierige und lebhafte Controverse über das Sein oder Nichtsein einer selbständigen cambrischen Formation doch noch auf ihre Anerkennung geführt. Während Murchison und Andere die Selbständigkeit derselben lange läugneten, und die Ansicht geltend machten, dass die ausserordentliche Mächtigkeit der betref-

*) Diese Namen beziehen sich auf diejenigen Gegenden Englands, wo die betreffenden Formationen besonders entwickelt sind. Die cambrische Formation ist nämlich ganz vorzüglich in Wales und Cumberland, oder im Lande der ehemaligen Cambrer, die silurische Formation eben so im Lande der ehemaligen Silurer zu Hause, während die devonische Formation besonders in Devonshire entwickelt ist.

fenden Schichtensysteme gar nichts entscheiden könne, so lange keine paläontologischen Unterschiede nachzuweisen sind, so beharrte Sedgwick bei seiner entgegengesetzten Ansicht, indem er die Wichtigkeit grosser und selbständiger petrographischer Gruppen (*physical groups*) und die theilweise Eigenthümlichkeit der organischen Ueberreste hervorhob. (*Quarterly Journal of the geol. soc. IV*, 1848, *p.* 216 f.) Auch Sharpe schien sich für die Beibehaltung der cambrischen Formation zu erklären, indem er ihre grosse Mächtigkeit, ihre Armuth an Fossilien, und ihre Lagerung unter der Silurformation als unterscheidende Merkmale von dieser letzteren betrachtete; (*ib. II, p.* 283 ff.). Neuerdings hat sich selbst Murchison für die Anerkennung einer cambrischen Formation, im Sinne der Geologen der englischen Landesaufnahme, erklärt (*Siluria*, 2 *ed.* 1859 *p.* 36), während Lyell sie in einem noch weiteren Sinne auffasst, indem er die tiefsten Etagen der silurischen Formation mit ihr vereinigt; *Manual of elementary Geology*, 5 *ed.* 1855, *p.* 452 ff.

Das silurische System aber ist in England von seinem Begründer, Roderick Impey Murchison, zuerst im Jahre 1833 fixirt, zwei Jahre später unter seinem gegenwärtigen Namen eingeführt, und endlich im Jahre 1839, in dem berühmten Werke *The Silurian System*, sehr ausführlich beschrieben worden*). Diese bewundernswerthe Arbeit erregte natürlich auch ausserhalb England die allgemeine Aufmerksamkeit der Geologen, und hatte bald die Erkennung und Nachweisung der silurischen Formation nicht nur in den meisten Ländern Europas, sondern auch in anderen Erdtheilen zur Folge. In Norwegen, Schweden und Russland, in Irland, Frankreich, Spanien und Sardinien, in Galizien und Böhmen, in den östlichen Alpen und am Thüringer Walde, in Sibirien, Nordamerika, Südamerika, Afrika und Neusüdwales ist gegenwärtig die silurische Formation als das erste Glied der grossen Reihe von fossilhaltigen Formationen nachgewiesen worden; fast überall durch denselben allgemeinen Habitus seiner Gesteine, durchgängig aber durch denselben allgemeinen Typus seiner organischen Ueberreste charakterisirt; wie diess insbesondere die herrlichen Arbeiten von Murchison, Verneuil, James Hall, Barrande u. A. gezeigt haben.

Wenn schon die von England ausgegangene Fixirung der Silurformation ein allgemeines und hohes Interesse erregte, so musste dieses Interesse durch die Aufstellung der devonischen Formation auf das Höchste gesteigert, zugleich aber auch die Nothwendigkeit einer sorgfältigen Kritik und Revision alles Dessen dargethan werden, was jemals über das Uebergangsgebirge gesagt und geschrieben worden war.

Bis zum Jahre 1839 pflegte man nämlich in England die älteren Sedimentformationen dergestalt zu gruppiren, dass man auf das Uebergangsgebirge, in seinen beiden Abtheilungen des cambrischen und des silurischen Systems, die Steinkohlenformation folgen liess, als deren unterste Etage der sogenannte *old red sandstone*, eine vom Rothliegenden Teutschlands wesentlich verschiedene Sandsteinbildung, betrachtet wurde. Diese Classification ist nun von Murchi-

*) Eine neuere Darstellung des silurischen Systems, gewissermaassen eine mehr compendiarische, aber den Fortschritten der Wissenschaft allseitig entsprechende Umarbeitung seines grösseren Werkes gab Murchison in dem trefflichen Buche: *Siluria*, von welchem im Jahre 1854 die erste, im J. 1859 die zweite Auflage erschienen ist. Diese zweite Auflage der *Siluria* liegt wesentlich unsern folgenden Betrachtungen zu Grunde.

son, in seinem Werke über das silurische System, wesentlich dahin abgeändert worden, dass der *old red sandstone* nicht mehr dem Steinkohlengebirge zugerechnet, sondern als eine selbständige Bildung, als ein für sich bestehendes System in der Reihe der paläozoischen Formationen aufgeführt wird. Schon die erstaunliche, in Herefordshire z. B. bis 10000 Fuss betragende Mächtigkeit dieses alten rothen Sandsteins schien ihm eine gewisse Selbständigkeit zu vindiciren; dazu gesellten sich die ganz eigenthümlichen organischen Ueberreste, unter welchen besonders die von Fischen eine sehr wichtige Rolle spielen.

Dass die Sandsteine, Conglomerate und Schieferthone des *old red sandstone* bisweilen den Grauwacken und Grauwackenschiefern ganz ähnlich werden, und dass für ihn, bei concordanter Auflagerung, nach unten oft ein ganz allmäliger Uebergang und eine sehr innige Verknüpfung mit der Silurformation Statt findet, diess war schon aus den früheren Arbeiten von Conybeare und Buckland bekannt. Alle diese Thatsachen, ganz vorzüglich aber die specifische Verschiedenheit der meisten Fossilien sowohl von denen der silurischen Formation, als auch von denen des Kohlenkalksteins bestimmten daher Murchison, zum ersten Male das gewichtige Wort auszusprechen, dass der *old red sandstone* als eine selbständige Formation, als ein eigenthümliches System zwischen der silurischen Formation und der Steinkohlenformation betrachtet werden müsse*).

Bis hierher war diese neue Ansicht wohl plausibel genug, um kein besonderes Befremden erregen zu können; allein bei ihrer weiteren Fortbildung führte sie auf so unerwartete Folgerungen, dass es bald den Anschein gewann, als ob ein grosser Theil auch des Grauwacken- und Schiefergebirges in den Bereich des alten rothen Sandsteins gezogen werden müsse. In der That wurde zuerst das Schiefergebirge von Devonshire, dann aber auch das angränzende Schiefergebirge von Cornwall als eine aequivalente oder gleichzeitige Bildung des *old red sandstone* erkannt, und damit eine der auffallendsten Aenderungen in der Classification der Englischen Formationen proclamirt. Denn auffallen musste es wahrlich, dasselbe Schiefergebirge, welches man noch vor wenigen Jahren als ein Glied der primitiven Formation betrachtet hatte, jetzt für gleichzeitig mit einer Sandsteinbildung erklärt zu sehen, welche noch kurz vorher zur Steinkohlenformation gerechnet worden war.

Das vorwaltend aus Schiefer (*killas*) bestehende Cornwaller Gebirge ist längere Zeit ein Gegenstand der Discussion gewesen. Berger erklärte es schon im ersten Bande der Schriften der Londoner geologischen Gesellschaft für Grauwackengebirge; dagegen behauptete Mohs, dass er nirgends in Cornwall wirkliche Grauwacke und ächten Grauwackenschiefer gesehen habe. Auch Hawkins erklärte sich entschieden gegen Berger's Ansicht, und berief sich auf Werner's Urtheil, welcher eine ihm übersendete Suite von Killas für ächten und charakteristischen Urthonschiefer erkannt habe; eben so nahm Carne den Cornwaller Schiefer gegen die

*) Gegen diese Ansicht ist Godwin-Austen aufgetreten, welcher den *old red sandstone* als eine Bildung der Landgewässer betrachtet, und die Behauptung aufstellt, dass durch die gegentheilige Deutung viele Verwirrung in die geologische Chronologie gebracht worden sei. Wenn man das Vorkommen von Landpflanzen, von Cyclas und von Ueberresten luftathmender Reptilien berücksichtige, so werde man gewiss seiner, schon von Fleming aus anderen Gründen geltend gemachten Ansicht beitreten müssen. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 12, 1856, *p.* 51 ff.

Zumuthung in Schutz, dass er nicht primitiv sei, obwohl er das Vorkommen von Grauwacke zugab. In einem im Jahre 1823 erschienenen Aufsatze über die Geologie von Cornwall und Devonshire unterschied Conybeare eine untere und eine obere Abtheilung des dortigen Schiefergebirges, welche letztere von den meisten Geologen Grauwacke genannt werden dürfte; damit erklärte sich Boase im Jahre 1832 ganz einverstanden. Endlich stellte De-la-Beche in seiner trefflichen Beschreibung von Cornwall und Devonshire vom Jahre 1839 den grössten Theil des dasigen Schiefergebirges als Grauwackenformation auf, während er einen andern Theil der Steinkohlenformation zuwies. In demselben Jahre sprachen Murchison und Sedgwick, auf den Grund einer früheren Bemerkung von Lonsdale und in Folge eigener Untersuchungen, eine Ansicht aus, welche, im Allgemeinen mit der von De-la-Beche übereinstimmend, die Sache noch weiter zu treiben schien. Es hatte nämlich Lonsdale schon im Jahre 1837, gestützt auf eine genaue Prüfung der Versteinerungen aus den Kalksteinlagern von Süd-Devonshire, die überraschende Folgerung gezogen, dass das dasige Schiefergebirge mit dem *old red sandstone* Nord-Englands zu parallelisiren sei. Diese Folgerung wurde nun aber durch die genauen Untersuchungen von Murchison und Sedgwick nicht nur bestätigt, sondern auch noch für das ganze Schiefer- und Grauwackengebirge von Nord-Devonshire und Cornwall geltend gemacht, während die Schichten von Mittel-Devonshire auch von diesen Geologen der Steinkohlenformation zugewiesen wurden.

Natürlich konnte nun der Name *old red sandstone* nicht mehr passend für eine Formation erscheinen, welche zwar in Schottland und Herefordshire vorwaltend als Sandstein, in Devonshire und Cornwall dagegen vorwaltend als Schiefer und Grauwacke ausgebildet ist. Murchison und Sedgwick schlugen daher für sie den Namen devonisches System vor.

Kaum waren diese sehr wichtigen Resultate auf dem Continente bekannt worden, so gelangte man zu der Ueberzeugung, dass auch ein grosser Theil des dortigen Grauwacken- und Schiefergebirges, sowohl nach seiner Lagerung als nach seinen Versteinerungen, der devonischen Formation zugerechnet werden müsse; und gegenwärtig unterliegt es gar keinem Zweifel mehr, dass das Belgische, Rheinpreussische und Westphälische, das Harzer, Nassauer, Oberfränkische, Thüringische und Sächsische Grauwackengebirge, wo nicht gänzlich, so doch grösstentheils zur devonischen Formation gehören. — Nach denselben beiden Kriterien wurde diese Formation auch in vielen anderen Ländern nachgewiesen; Murchison, Verneuil und Keyserling erkannten sie in Russland über einen Raum von mehr als 6000 geogr. Quadratmeilen; in Transkaukasien wie am Altai, in Nord- wie in Südamerika, in Afrika wie in Australien, überall ist es an dem sicheren Leitfaden der organischen Ueberreste gelungen, die devonische Formation aufzufinden.

Und so sind wir denn auf das Ergebniss gelangt, dass sich die, durch ihre Verbreitung und Mächtigkeit so bedeutsam erscheinenden ältesten Sedimentbildungen nach ihrer Lagerungsfolge und nach ihren organischen Ueberresten in drei grosse Formationen absondern, für welche die von Sedgwick und Murchison vorgeschlagenen Namen cambrische, silurische und devonische Formation ganz allgemeinen Eingang gefunden haben.

§. 321. *Allgemeine paläontologische Uebersicht.*

Da bei der Begründung und Anwendung dieser Eintheilung der Uebergangsformationen den paläontologischen Charakteren der Vorrang gebührt, weil die genannten Formationen gar häufig eine so grosse petrographische Aehnlichkeit besitzen, dass da, wo sie in concordanter Lagerung auf einander folgen, oder wo blos eine derselben ausgebildet ist, eine Trennung derselben, oder eine Bestimmung der einzelnen, mit Sicherheit fast nur durch die organischen Ueberreste gewährleistet wird, so dürfte der Eintheilung der Uebergangsformationen eine allgemeine Uebersicht ihrer paläontologischen Charaktere überhaupt anzuschliessen sein.

Die cambrische Formation hat jedoch bisher noch so wenige organische Ueberreste erkennen lassen, dass sie fast nur durch ihre bathrologische Stellung sowie durch ihre grosse Armuth an Fossilien charakterisirt wird; weshalb sich denn auch die folgenden Betrachtungen meist nur auf die silurische und die devonische Formation beziehen.

Zuvörderst muss bemerkt werden, dass mächtige und weit ausgedehnte Etagen der Uebergangsformation oft sehr arm, nicht selten ganz leer an organischen Ueberresten sind, während andere Etagen, besonders aber gewisse mehr untergeordnete Gebirgsglieder einen grossen Reichthum von Fossilien beherbergen. Wenn nun auch jene Armuth, oder jener gänzliche Mangel an Thier- und Pflanzenresten, einerseits aus der grossen Meerestiefe, in welcher die betreffenden Schichtensysteme abgesetzt wurden, anderseits aus dem Umstande zu erklären ist, dass die organische Welt nicht gleich überall zur Entwickelung und Verbreitung gelangte, so sind wir doch nicht in allen Fällen zu der Folgerung berechtigt, dass wirklich noch gar keine Organismen vorhanden waren; denn in gar vielen Fällen dürfte jener Mangel darin begründet sein, dass die damals vorhandenen Organismen ihrer Natur nach gar nicht geeignet waren, erkennbare Ueberreste zu hinterlassen.

Das Meer kann z. B. von Medusen, Actinien und anderen nackten Polypen. von dergleichen Cephalopoden und mancherlei sonstigen Thieren bevölkert gewesen sein, deren weiche, gallertartige und fleischige Körper durchaus nicht fähig waren, in Abdrücken oder Petrefacten irgend ein Monument ihres Daseins zu hinterlassen, wärend doch die bei ihrer Verwesung gelieferte organische Substanz ein mehr oder weniger reichliches Ingrediens derjenigen Schichten gebildet haben dürfte, welche auf dem damaligen Meeresgrunde zum Absatze gelangten. Die dunkelgraue und schwarze Farbe, die kohlige und bituminöse Beschaffenheit so vieler fossilfreier Schichten der Uebergangsformationen mag wohl grossentheils aus einer solchen Imprägnation mit aufgelösten organischen Verwesungsproducten zu erklären sein.

Wo aber die organischen Ueberreste noch deutlich zu erkennen sind, da ist es doch gar häufig nur die auf das Gestein übertragene Form, welche als Abdruck oder als Steinkern eine solche Erkennung ermöglicht; namentlich pflegen in den Grauwacken, Sandsteinen und Schiefern weit öfter blose Abformungen, als wirkliche Versteinerungen vorzukommen, während diese letz-

teren vorzugsweise in den Kalksteinen und Mergeln zu Hause sind, obwohl auch diese Gesteine zuweilen, und die Dolomite fast immer nur Kerne und Abdrücke umschliessen. Im Allgemeinen aber pflegen die Pflanzenreste mehr auf die Sandsteine und Schiefer, die Thierreste mehr auf die Kalksteine gewiesen zu sein.

Man war wohl früher der Ansicht, dass in diesen ältesten Sedimentformationen eine sehr allgemeine Verbreitung identischer Species Statt finde, dass also die grosse Mehrzahl der Species gleichmässig in allen silurischen oder devonischen Territorien nachzuweisen sein werde, und dass eine solche Diffusion der Species als die herrschende Regel zu betrachten sei. Diese Ansicht hat sich jedoch nicht bestätigt. Barrande hob es in seiner trefflichen Vergleichung der Silurformation Böhmens und Scandinaviens hervor, dass sich schon in dieser ältesten Periode die Verschiedenheit der Bildungsräume in ähnlicher Weise geltend gemacht habe, wie in den späteren Perioden und in der Periode der Gegenwart, dass also die verschiedenen damaligen Meeres-Regionen, selbst bei geringer gegenseitiger Entfernung, gleichsam eben so viele verschiedene Centra für die Entwickelung und Ausbreitung des Thierreiches geboten haben, dessen gleichzeitige Phasen daher nicht sowohl in der Identität der Species, als vielmehr in der Identität der Geschlechter und Familien hervortreten*). Desungeachtet aber ergiebt sich, bei Vergleichung der vollständigen Faunen der verschiedenen silurischen und devonischen Territorien eine nicht so gar unbedeutende Anzahl gemeinschaftlicher Species, wesshalb denn die Gleichzeitigkeit dieser Faunen nicht blos in der allgemeinen Verbreitung vieler identischer Geschlechter, sondern auch in der öfteren Wiederkehr mancher identischer, und vieler analoger Species zu erkennen ist.

Was nun zunächst das Pflanzenreich dieser ältesten Perioden betrifft, so finden sich namentlich Fucoiden (I, 797) oft in grosser Menge, aber freilich meist nur in undeutlichen Abdrücken und Abgüssen, die zuweilen nur wie verzweigte Wülste auf den Schichtungsflächen ausgebreitet sind; ja, in der cambrischen und silurischen Formation sind bis jetzt nur dergleichen marine Pflanzen entdeckt worden. In den oberen Etagen der devonischen Formation treten aber auch schon Ueberreste von Landpflanzen, zumal aus den Unger'schen Classen der Calamarien, der Farne und Selagines auf, welche dieser Uebergangsformation theils eigenthümlich, theils mit der Steinkohlenformation

---

* *Parallèle entre les dépôts siluriens de Bohême et de Scandinavie, Prague* 1856, p. 30 ff. In ganz ähnlichem Sinne sprach Bigsby sich aus, im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 14, 1858, p. 397. Bisweilen ist der Mangel gemeinschaftlicher Species sehr auffallend. So bemerkt Friedrich Schmidt, dass es ihm bisher noch nicht gelungen sei, auch nur eine Species der Silurformation Ehstlands und Livlands mit einer Böhmischen Species zu identificiren. Von denen bis zum Jahre 1856 in Böhmen nachgewiesenen 275, und in Scandinavien bekannten 346 Species silurischer Trilobiten liessen sich nach Barrande nur zwei als vollkommen identisch erkennen, während doch nicht zu bezweifeln ist, dass diese beiden Trilobiten-Faunen während einer und derselben grossen Periode gelebt haben.

gemein sind. Desungeachtet ist die Zahl der bis jetzt aus den Uebergangsformationen überhaupt bekannten und einigermaassen bestimmbaren Pflanzenformen noch gering, und nach Göppert einstweilen nur auf etwa 83 Species zu veranschlagen, welche grösstentheils der devonischen Formation angehören *); dabei sind jedoch die Diatomeen (I, 795), diese kleinsten Formen des Pflanzenreiches, nicht mit gerechnet, deren Ueberreste von Ehrenberg in manchen Schichten nachgewiesen worden sind.

Fucoiden kennt man an vielen Orten in der silurischen Formation Englands, Böhmens und Nordamerikas, auch in der devonischen Formation Rheinpreussens, des Harzes u. a. Gegenden; man hat ihnen erst in der neueren Zeit die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt. Von den übrigen Pflanzen erwähnen wir die *Sigillaria Hausmanniana Göpp.* als eine solche, welche der devonischen Formation eigenthümlich ist, wogegen z. B. *Sagenaria Veltheimiana Presl* auch in der älteren Steinkohlenformation auftritt. — Wo sich diese und andere Pflanzen in grosser Menge finden, da werden sie bisweilen von Steinkohle begleitet, die aus ihrer Anhäufung hervorgegangen ist; in der silurischen Formation mögen manche Anthracitflötze durch Fucoiden gebildet worden sein, da sich in ihr noch keine Spuren von Landpflanzen gefunden haben.

Weit reicher sind die Uebergangsformationen an Ueberresten von Thieren, wie sich schon aus der folgenden kurzen Uebersicht ergiebt.

1) Amorphozoën. Ueberreste von Amorphozoën oder Spongien kommen nur sehr selten vor; von denen, ihrer zoologischen Stellung nach etwas räthselhaften Formen, *Receptaculites* und *Ischadites*, findet sich die erstere in beiden Formationen, die zweite nur in der silurischen Formation.

2) Foraminiferen. Dass diese kleinen und ganz eigenthümlichen Geschöpfe des Thierreiches schon während der Periode der Uebergangsformationen existirt haben, diess ist durch die Untersuchungen von Ehrenberg bewiesen worden, welcher zeigte, dass die in den silurischen Schichten Russlands vorkommenden Glaukonitkörner Steinkerne von Foraminiferen-Schalen sind.

3) Polypen. Unter den Polypen sind zuvörderst die Graptolithen (I, 827) äusserst bezeichnend für die silurische Formation, in welcher sie bis jetzt ausschliesslich gefunden wurden.

Barrande hat eine vortreffliche Monographie der Böhmischen Graptolithen geliefert, in welcher er ausser dem, in die beiden Subgenera *Monoprion* und *Diprion* zerfallenden Genus *Graptolithus* auch noch die Geschlechter *Rastrites* und *Gladiolites* aufstellt; eine noch allgemeinere und vollständigere Monographie der Graptolithen überhaupt verdankt man Geinitz, während sich ausserdem noch Scharenberg, Suess, Salter, M'Coy und Harkness um die Bearbeitung und Bestimmung dieser merkwürdigen Familie verdient gemacht haben.

*) Nach Göppert's Abhandlung: Ueber die fossile Flora der silurischen, der devonischen und der unteren Kohlen-Formation, welche im 27. Bande der *Nova Acta Acad. Caes. Leop.* S. 427 ff. erschienen, und als die neueste und wichtigste Arbeit über die Flora der paläozoischen Formationen zu betrachten ist. Die Aushängebogen dieser Abhandlung wurden mir durch die besondere Güte des Verfassers gerade noch zu rechter Zeit zur Einsicht mitgetheilt, um sie bei der Redaction der betreffenden Capitel benutzen zu können, wofür ich meinem hochverehrten Freunde zum grössten Danke verpflichtet bin.

Was die eigentlichen *Zoantharia* oder Steinkorallen betrifft, so sind es besonders die beiden Sectionen der *Z. rugosa* und *Z. tabulata*, welche in diesen älteren Formationen mit einer bedeutenden Anzahl von Formen erscheinen; ja, man kann sagen, dass die meisten Korallen aus diesen beiden Abtheilungen der silurischen und devonischen Formation angehören, während die zahlreiche Section der *Z. aporosa* nur durch das Genus *Palaeocyclus*, und die sehr kleine Section der *Z. tubulosa* durch das Genus *Aulopora* vertreten wird.

4) Echinodermen; unter ihnen erlangen besonders die eigentlichen Krinoiden oder Actinoiden eine grosse Bedeutung, weil ihre Ueberreste mitunter zu ganzen Schichten angehäuft sind und die sogenannten Krinoidenkalksteine bilden. Man kennt viele Geschlechter und Species, welche den Uebergangsformationen ausschliesslich angehören. Die Cystideen erlangen dadurch eine ganz besondere Wichtigkeit, dass sie bis jetzt nur in der silurischen Formation nachgewiesen worden sind. Von den Blastoiden ist zwar das Geschlecht *Pentatrematites* in der silurischen und devonischen Formation vertreten; doch erlangt es seine bedeutendste Entwicklung in der älteren Steinkohlenformation. Echiniden sind kaum mit Sicherheit bekannt; dagegen haben sich Stelleriden schon mehrfach in der Silurformation gefunden.

5) Bryozoën. Von den zierlichen Stöcken dieser kleinen, gesellig lebenden Mollusken sind bereits mehre Species aus verschiedenen Geschlechtern theils in der silurischen, theils in der devonischen Formation vorgekommen.

6) Brachiopoden. Diese Classe der Mollusken hat in den Schichten der Uebergangsformationen sehr zahlreiche und grossentheils sehr charakteristische Formen hinterlassen. Namentlich sind es die Geschlechter *Spirifer*, *Spirigera*, *Spirigerina* (oder *Atrypa*), *Rhynchonella*, *Pentamerus*, *Orthis*, *Porambonites*, *Strophomena*, *Leptaena*, *Chonetes*, *Discina*, *Lingula* und *Obolus*, welchen wir sowohl in der silurischen, als auch in der devonischen Formation begegnen; wogegen die Geschlechter *Terebratula*, *Stringocephalus*, *Uncites*, *Productus* und *Calceola* meist erst in der devonischen Formation auftreten.

Man kennt schon eine grosse Anzahl von silurischen und devonischen Brachiopoden, welche zum Theil beiden Formationen gemein und dann ausserordentlich verbreitet sind; *Rhynchonella Wilsoni* findet sich in Russland, Schweden, England und Nordamerika, *Atrypa reticularis* und *aspera* werden fast aus allen Ländern erwähnt, wo die Uebergangsformationen existiren, und *Spirigera concentrica* sowie *Retzia ferita*, zwei ausschliesslich devonische Species, sind aus den verschiedensten Gegenden bekannt. *Stringocephalus Burtini* ist eben so exclusiv devonisch, als die meisten Species von *Pentamerus* fast nur silurisch genannt werden können. Das Genus *Spirifer* ist in der silurischen Formation weniger, in der devonischen Formation sehr zahlreich vertreten, obwohl es das Maximum seiner Entwickelung erst in der Steinkohlenformation erreicht; manche seiner Species gewinnen eine ausserordentliche Verbreitung, wie denn z. B. *Spirifer speciosus* in Europa, am Ural und am Cap der guten Hoffnung vorkommt, *Sp. macropterus* aber schon in allen fünf Erdtheilen nachgewiesen ist. *Orthis* ist ein vorwaltend silurisches Geschlecht, obwohl es auch in der devonischen Formation noch viele Species zählt, und in einigen Species noch höher hinaufreicht; *O. callactis*, ein ausschliessliches Eigenthum der Silurformation, ist in England, Scandinavien, Russland, Neu-York

und Südafrika bekannt, und auch andere Species besitzen eine grosse Verbreitung. Eben so ist *Leptaena* in der Mehrzahl seiner Species silurisch; *Strophomena depressa* gehört nicht nur der silurischen, sondern auch der devonischen und sogar noch der carbonischen Formation an. *Chonetes* ist nur mit 2 Species in der silurischen, und mit 9 Species in der devonischen Formation bekannt, während das in der Kohlenformation so ausserordentlich entwickelte Geschlecht *Productus* in der silurischen Formation nur durch 3, in der devonischen Formation aber nach Koninck nur durch 4 Species vertreten wird*). *Calceola sandalina* ist sowohl in Europa wie in Amerika als eine ausgezeichnete devonische Form bekannt, während einige Species von *Lingula* sowie *Obolus Apollinis* in den ältesten silurischen Sandsteinen mancher Gegenden eine wichtige Rolle spielen.

7) Conchiferen. Sie sind verhältnissmässig weniger zahlreich vertreten, scheinen aber doch in der devonischen Formation schon häufiger zu werden, und sind auch in gewissen silurischen Territorien mit ziemlich vielen Species vorhanden. Einige der wichtigsten Geschlechter von monomyaren Conchiferen sind *Pterinea*, *Avicula*, *Inoceramus* und *Pecten*, so wie von dimyaren: *Modiolopsis*, *Conocardium*, *Lucina*, *Cardiola*, *Orthonota*, *Grammysia*, *Nucula*, *Megalodon*, *Sanguinolaria* und mehre andere, deren Species grossentheils der devonischen Formation angehören.

8) Gastropoden. Aus dieser Classe sind vor allen die Geschlechter *Maclurea*, *Euomphalus*, *Capulus*, *Pleurotomaria* und *Murchisonia*, nächst ihnen aber *Turbo*, *Trochus*, *Natica*, *Macrocheilus* und *Loxonema* zu erwähnen; unter den Pteropoden erlangen einige Species von *Conularia*, das Genus *Theca* und ganz vorzüglich die Tentaculiten eine grosse Wichtigkeit, während die Heteropoden durch das Geschlecht *Bellerophon* vertreten werden, von welchem viele, nur zum kleineren Theile gemeinschaftliche Species in der silurischen und devonischen Formation vorkommen, obwohl auch dieses Genus erst in der Steinkohlenformation seinen grössten Reichthum an Species entfaltet.

9) Eine sehr bedeutende Rolle spielen die Cephalopoden. Obgleich die eigentlichen Ammoniten noch gänzlich ausgeschlossen und von *Nautilus* nur wenige Species bekannt sind, so erscheinen dagegen als höchst charakteristische Formen die Orthoceren, deren zahlreiche Species auf beide Formationen ziemlich gleich vertheilt sind, und ihnen nur zum kleineren Theile gemeinschaftlich angehören. Die Geschlechter *Cyrtoceras* und *Phragmoceras* sind vorwaltend, das Geschlecht *Lituites* ist durchaus silurisch. Die sparsamen *Nautili* und die noch ganz fehlenden Ammoniten werden durch die Genera (oder wenigstens Subgenera) *Clymenia* und *Goniatites* ersetzt, welche beide ganz vorzüglich für die devonische Formation bezeichnend sind, obwohl die Goniatiten auch schon in gewissen silurischen Territorien und selbst noch in der Steinkohlenformation eine sehr wichtige Rolle spielen.

10) Anneliden. Unter ihnen sind der silurische *Cornulites serpularius* und einige Serpuliten, sowie die unter den Namen *Myrianites*, *Nereites* und

*) Mac-Coy hat in der Silurformation Irlands zwei, und Davidson bei Dudley eine Species von *Productus* nachgewiesen.

Trachyderma aufgeführten Formen aus der silurischen Periode hervorzuheben. Auch werden die in manchen Sandsteinen vorkommenden cylindrischen Röhren sowie andere, regelmässig gestaltete und geordnete Vertiefungen als Höhlen und Eindrücke von Würmern erklärt.

Indessen ist es wahrscheinlich, dass die Myrianiten und Nereiten ebenso wie andere ähnliche Formen als die Laufspuren oder Bohrarbeiten von Crustaceen zu betrachten sind, wie zuerst von Wood, und später von Hancock bemerkt worden ist, welcher zeigte, dass auch gewisse Crustaceen der Jetztwelt, wie z. B. *Sulcator arenarius, Kröyera arenaria* u. a., auf der Oberfläche des Schlammgrundes ganz ähnliche, viele Fuss lange, bald gegliederte bald ungegliederte, mäandrisch verschlungene, wurmartig erscheinende Formen hervorbringen. Das Thier kriecht nämlich unter der Oberfläche des nassen Schlammes fort, hebt ihn dabei mit seinem Rücken in die Höhe, und indem es so nach verschiedenen Richtungen vorwärts kriecht, bildet es einen kleinen Tunnel, dessen Gewölbe aber sogleich wieder zusammenfällt, weshalb diese wurmartigen Laufspuren gewöhnlich eine Medianfurche zeigen. *The Ann. and Mag. of Nat. Hist.* [3], *vol.* 2, 1858, *p.* 443 ff. Auch manche Gastropoden bilden nach Bryson bei ihrem Fortkriechen Spuren oder Fährten, welche eine wurmähnliche Figur darstellen. Neues Jahrb. für Min. 1857, 754.

11) Crustaceen. Sie werden wesentlich durch die zahlreiche Familie der Trilobiten repräsentirt, deren merkwürdige, aber im Allgemeinen (d. h. als Trilobiten) leicht erkennbare Formen ganz vorzüglich für die silurische, zum Theil auch für die devonische Formation im hohen Grade bezeichnend sind; denn nur wenige, einem besonderen Geschlechte angehörige Trilobiten erscheinen noch in der Steinkohlenformation, während sich höher aufwärts keine Spur mehr von ihnen findet. Nächst den Trilobiten sind noch *Leperditia, Cypridina* und *Beyrichia* ein paar Geschlechter von kleinen Crustaceen, die stellenweise sehr angehäuft vorkommen; (Cypridinenschiefer in Nassau und am Harze). Endlich kommen auch, und zwar schon in der Silurformation, krebsartige Thiere vor, wie *Eurypterus, Pterygotus* und *Himantopterus*.

12) Fische. Von Wirbelthieren sind fast nur Fische zu erwähnen, welche in den oberen Etagen der silurischen Formation beginnen, in gewissen Regionen der devonischen Formation aber, wie z. B. in Schottland und Russland, unter vielerlei ganz seltsamen Formen auftreten.

13) Die Reptilien sind bis jetzt nur durch ein einziges Exemplar vertreten, nämlich durch das Skelet eines salamanderähnlichen Thieres, *Telerpeton Elginense*, welches bei Elgin in Schottland im *old red sandstone* gefunden worden ist.

In demselben Steinbruche wurden schon früher von Capt. Brickenden Fusstapfen entdeckt, die vielleicht von einer Schildkröte stammen. Dagegen sind die von Logan aus dem tiefsten silurischen Sandsteine Canadas beschriebenen Thierfährten, welche man anfangs als Fusstapfen von Cheloniern deuten zu können glaubte, später von Owen für Fährten von Crustaceen (vielleicht von Trilobiten) erklärt worden. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 7, *p.* 247 f.; *vol.* 3, *p.* 199 f. und *p.* 224.

§. 322. *Uebersicht der bekannten Fossilien der cambrischen Formation.*

Es kann natürlich gar nicht die Aufgabe eines Lehrbuchs der Geognosie sein, bei den einzelnen Sedimentformationen die Hunderte oder Tausende von Fossilien aufzuführen, welche in ihren Schichten vorkommen; allein eine Aufzählung der wichtigsten dieser Fossilien, also derjenigen, welche vermöge der Häufigkeit und Allgemeinheit ihres Vorkommens als besonders charakteristische Leitfossilien (S. 31) hervortreten, kann bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft auch in einem Lehrbuche nicht füglich vermisst werden. Wir wollen daher in den folgenden Paragraphen versuchen, eine solche Uebersicht für die silurische und die devonische Formation zu geben.

Die cambrische Formation, welche sich nach unten wohl oft an die Urschieferformation anschliesst, und dann in ihren unteren Etagen eben so fossilfrei erweist wie diese, hat auch in ihren oberen Etagen bis jetzt nur äusserst wenige organische Ueberreste erkennen lassen. Dennoch ist diesen wenigen Resten ein hohes Interesse nicht abzusprechen, weil sie uns die Reliquien der ältesten Lebenswelt vorführen. Sie gehören meist dem Pflanzenreiche an; doch sind es nur Fucoiden, also submarine Pflanzen, während von Landpflanzen noch keine Spur entdeckt worden ist. Diese Fucoiden erscheinen theils nur in undeutlichen Abdrücken oder Abformungen, welche keine nähere Bestimmung gestatten; theils in besser erhaltenen Abdrücken. Zu diesen letzteren gehören diejenigen Formen, welche in Irland, südlich von Dublin gefunden und von Forbes als Zoophyten, unter dem Namen *Oldhamia* aufgeführt worden sind; man kennt bereits drei Species, *O. radiata*, *O. antiqua* und *O. discreta*.

Göppert erklärt jedoch diese Abdrücke für Algen oder Fucoiden aus der Gruppe der Oscillarien, mit welcher Deutung auch Kützing, der grosse Kenner der Algen, einverstanden ist; die auffallende Verschiedenheit der Form veranlasst Göppert, zwei Geschlechter anzunehmen, und so behält er zwar für die erstere Species den Namen *Oldhamia radiata* bei, wogegen er die zweite unter dem Namen *Murchisonites Forbesii* einführt. Ueber die fossile Flora des sog. Uebergangsgeb., in *Nova Acta Acad. Caes. Leop. vol.* 27, S. 437 u. 441.

Von thierischen Ueberresten ist bis jetzt nur einmal bei Longmynd das Schwanzschild eines Trilobiten (*Palaeopyge Ramsayi Salt.*) gefunden worden. Ausserdem leitet man von Würmern kleine, ziemlich häufig und stets paarweise neben einander vorkommende Eindrücke ab, welche den Namen *Arenicola didyma* veranlasst haben. Diese spärlichen Reste repräsentiren die ältesten Spuren des Thierreiches, welche bis jetzt zu unserer Kenntniss gelangt sind. Die durch sie und die vorerwähnten Fucoiden charakterisirten Schichten aber gehören zu jenem mächtigen Schichtensysteme, welches von den englischen Geologen als cambrische Formation anerkannt worden ist. Algen, Würmer und Trilobiten scheinen also zu den ersten und uranfänglichen Wesen zu gehören, mit welchen eine organische Welt auf unserem Planeten eingeführt worden ist*).

---

*) Wir glauben allerdings, dass das organische Leben auf unsrer Erde einstmals

Bei der grossen Armuth an organischen Ueberresten würde die in solcher Weise begränzte cambrische Formation freilich nur ein sehr geringes paläontologisches Interesse darbieten. Der berühmte Lyell hat jedoch versucht, ihre Gränzen etwas höher hinauf zu rücken, indem er diejenigen, bisher zur Silurformation gerechneten Schichten, welche durch die von Barrande so meisterhaft fixirte primordiale Fauna charakterisirt werden, als eine obere Abtheilung der cambrischen Formation einführt. *Manual of elementary Geology, 5. ed., p. 452 f.* Diese Ansicht, durch welche die Fauna der cambrischen Formation einstweilen auf 174, ihr ausschliesslich zukommende Species gebracht werden würde, hat allerdings Vieles für sich; wie denn schon der Name »primordiale Fauna« doch eigentlich die betreffenden Schichten in diejenige Formation zu verweisen scheint, welche als die älteste fossilhaltige Formation anerkannt und aufgeführt wird. In seiner neuesten Abhandlung über die *faune primordiale* spricht sich jedoch Barrande ganz entschieden dahin aus, dass er diese Fauna (und also auch den ihr entsprechenden Schichtencomplex) als einen integrirenden und untrennbaren Theil der silurischen Formation betrachten müsse; *les trois faunes primordiale, seconde et troisième forment par leur réunion un indivisible trinome, qui est le système silurien. Bull. de la soc. géol. [2], tome 16, p. 545.* Indem wir diesen Ausspruch einer so bedeutenden und gerade hierin vorzüglich competenten Auctorität respectiren, glauben wir die cambrische Formation noch im Sinne der Gelehrten des *geological survey* darstellen zu müssen, werden jedoch nicht ermangeln, bei der Betrachtung der silurischen Formation auf die Lyell'sche Classification zu verweisen.

§. 322a. *Uebersicht der Fossilien der silurischen Formation.*

Während die cambrische Formation in ihrer dermaligen Beschränkung nur sehr wenige organische Ueberreste erkennen lässt, so zeichnet sich die nächst folgende silurische Formation schon durch einen grossen Reichthum von thierischen Ueberresten aus; denn in der englischen Silurformation sind bereits über 960, in der böhmischen Silurformation sogar 2240 verschiedene Species von Thieren nachgewiesen worden. Alle diese Species einer längst untergegangenen und ausgestorbenen Thierwelt zeigen ganz entschieden den Charakter von marinen Organismen; dasselbe gilt auch von den Pflanzenresten, welche bisher in der silurischen Formation gefunden wurden, und lediglich auf Fucoiden, oder marine Algen bezogen werden können, und Inseln gegeben haben muss.

Was nun diese Pflanzenreste insbesondere betrifft, so hat Göppert in seiner mehrerwähnten Abhandlung gezeigt, dass sich solche dermalen überhaupt auf 20 verschiedene Species*) zurückführen lassen, von welchen 17 in der unteren, 3 in der oberen Silurformation vorkommen. Die wichtigsten Gattungen sind: *Dictyonema, Chondrites, Palaeophycus, Bythotrephis* und *Harlania.* Als einige besonders verbreitete Species verdienen aber erwähnt zu

---

einen Anfang genommen, und nicht von Ewigkeit her bestanden habe, obgleich die gegentheilige Ansicht neuerdings mit zum Theil fabelhafter Anmaassung gepredigt wird; man vergleiche z. B. die Auslassungen des Herrn Dr. Czolbe, in Froriep's Notizen, 1859, S. 358.

*) Ungerechnet einige noch zweifelhafte Formen, sowie die seltsame, in der Unterformation Englands vorkommende *Cruziana semiplicata Salt.*

werden: *Dictyonema Hisingeri Göpp.*, welches in Schweden und Norwegen, in Nordwales, auf Bornholm, in Ehstland und Böhmen in den untersilurischen Schiefern vorkommt, und bisher, unter dem Namen *Dictyonema sociale*, zu den Bryozoën gerechnet wurde, wogegen sich jedoch Göppert (a. a. O. 456, auch Neues Jahrb. für Min. 1860, 50) mit sehr triftigen Gründen erklärt; ferner *Chondrites antiquus Sternb.*, *Ch. circinnatus Sternb.*, *Palaeophycus tubularis Hall*, und *Harlania Hallii Göpp.*, welche letztere Species in der oberen Silurformation Nordamerikas sehr verbreitet ist.

Die meisten dieser Algen scheinen in grosser Menge der Individuen gesellig bei einander vegetirt zu haben, und es ist zu vermuthen, dass die dunkelgraue und schwarze Farbe vieler silurischen Schiefer von dem, durch die Verwesung solcher Pflanzen gelieferten, und in der Gesteinsmasse diffundirten Kohlenstoffe herrührt; Göppert, a. a. O. S. 573.

Weit reichhaltiger war während der silurischen Periode die Entwickelung des Thierreiches, wie schon die vorhin angegebenen Zahlen der in England und in Böhmen bekannten Species beweisen, welche, unter Berücksichtigung dessen, was bereits aus Skandinavien, Russland, Nordamerika und anderen Ländern bekannt worden ist, wohl zu der Annahme berechtigen, dass die silurische Fauna überhaupt schon über 3000 verschiedene Species aufzuweisen hat.

Bei einem allgemeinen Ueberblicke dieser Fauna giebt es sich aber sehr auffallend zu erkennen, dass solche während des langen Zeitraumes der silurischen Periode mehre Hauptstadien der Entwickelung durchlaufen hat, wobei verschiedene Geschlechter und Species auf einander gefolgt, und die früheren grossentheils ausgestorben sind, um den späteren Platz zu machen. So hat Angelin in Skandinavien mehre dergleichen Entwickelungsstufen, Barrande aber, von einem allgemeineren Gesichtspuncte aus, in Böhmen drei derselben nachgewiesen, von welchen die beiden oberen auch schon früher in England, Schweden und Russland erkannt worden waren, während die sehr allgemeine Existenz der untersten Stufe erst durch Barrande dargethan wurde.

So ist also dieser ausgezeichnete Forscher durch seine gründlichen Untersuchungen auf die Unterscheidung von drei successiven Faunen im Gebiete der Silurformation geführt worden, welche er die primordiale, die zweite und die dritte silurische Fauna genannt hat, und welche den drei Haupt-Abtheilungen entsprechen, in welche diese Formation selbst gebracht werden kann, wo sie überhaupt zu einer vollständigen Ausbildung gelangt ist*).

1. Die primordiale Fauna findet sich nur in den untersten Etagen der Formation; sie wird vorzüglich durch das Auftreten ganz eigenthümlicher Trilobiten-Gattungen charakterisirt, von denen nur zwei in die nächst fol-

*) Man vergleiche: Barrande, *Notice préliminaire sur le système silurien, Leipsic*, 1846; *Système silurien du centre de la Bohême, vol. I*, 1852, *p.* 66 ff. *Parallèle entre les dépôts siluriens de Bohême et de Scandinavie, Prague*, 1856; ferner die Abhandlungen im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 14, 1857, *p.* 489 ff. und *t.* 16, 1859, *p.* 516 ff.

gende Fauna hinaufreichen. Zu den ausschliesslich primordialen Gattungen gehören besonders: *Paradoxides*, *Olenus*, *Conocephalites*, *Ellipsocephalus*, *Arionellus*, *Sao* und *Dikelocephalus*, während *Agnostus* und *Symphysurus* auch noch höher hinauf gehen, obgleich es nur eine Species, nämlich *Agnostus pisiformis* ist, welche der primordialen und der zweiten Fauna gemeinschaftlich zukommt. Auch ist bereits ein Phyllopod, *Hymenocaris vermicauda Salt.*, in England gefunden worden. Nächst diesen Crustaceen sind es einige Brachiopoden aus den Gattungen *Lingula*, *Obolus*, *Discina* und *Orthis*, welche gleichfalls durch eigenthümliche Species vertreten werden, und die primordiale Fauna auch da noch erkennen lassen, wo jene Trilobiten fehlen. Von Cystideen, Bryozoën, Anneliden und Cephalopoden kennt man blos einzelne Formen, wie denn überhaupt dermalen nur 175 Species aufgeführt werden können, welche jedoch, bis auf *Agnostus pisiformis*, der primordialen Fauna ganz ausschliesslich angehören*).

Die eigenthümlichen Trilobiten-Gattungen hält Barrande für so exclusiv bezeichnend, dass ihm die Existenz der primordialen Fauna dort noch nicht ganz zweifellos bewiesen zu sein scheint, wo sie vermisst werden. Wenn wir jedoch die weit verbreiteten, durch *Lingula* oder *Obolus* charakterisirten tiefsten Etagen vieler silurischen Territorien kaum anderswo unterbringen können, als in derselben Abtheilung, welche anderwärts durch jene Trilobiten charakterisirt wird, so lässt sich wohl behaupten, dass die primordiale Fauna bereits in sehr vielen Ländern nachgewiesen ist, obgleich Böhmen, Schweden, Norwegen, England und Nordamerika bis jetzt als die einzigen Länder genannt werden können, welche jene merkwürdigen Trilobiten aufzuweisen haben. Uebrigens wurde es bereits oben erwähnt, dass Lyell die durch diese Fauna charakterisirten Schichten von der silurischen Formation getrennt und mit in den Bereich der cambrischen Formation gezogen hat. Auch Salter anerkennt ihre Selbständigkeit, wenn er sagt: *as a whole it remains a perfectly distinct and well-marked formation, incomparably more cut off from the lower Silurian, than the latter is from the middle or upper portions of the same system*; *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 15, 1859, *p.* 552.

2. Die zweite silurische Fauna ist bedeutend reicher, als die primordiale Fauna, wie sich schon daraus ergiebt, dass sie in Böhmen bereits durch 200, in England sogar durch 550 Species vertreten wird, wogegen Böhmen nur 40, und England nur 25 primordiale Species aufzuweisen hat. Während sie aber mit der vorhergehenden Fauna dermalen nur eine Species gemeinschaftlich besitzt, so gehören ziemlich viele ihrer Species auch noch der folgenden, dritten Fauna an, weshalb denn diese beiden Faunen mit einander weit inniger verknüpft sind, und die ihnen entsprechenden Haupt-Abtheilungen der Silurformation in paläontologischer Hinsicht nicht so scharf getrennt dastehen, wie dies allerdings von der tiefsten, durch die primordiale Fauna charakterisirten Abtheilung behauptet werden kann.

Die Trilobiten spielen noch eine äusserst wichtige Rolle, da sie in einer

*) Auch würden noch ein paar Graptolithen hierher zu rechnen sein, welche in den Alaunschiefern Schwedens und Ehstlands vorkommen.

so grossen Anzahl von Gattungen erscheinen, dass die Trilobitenfauna rücksichtlich der Gattungen in dieser Fauna ihre grösste Manchfaltigkeit erreicht hat. Aber, mit Ausnahme von *Agnostus* und *Symphysurus*, sind es lauter neue Gattungen, denen wir hier begegnen, und zwar theils solche, welche der zweiten Fauna fast ausschliesslich und in grosser Verbreitung zukommen, theils solche, welche auch noch in der dritten Fauna eine sehr wichtige Rolle spielen. Zu den ersteren gehören besonders die Gattungen *Asaphus, Illaenus, Trinucleus, Ampyx, Ogygia, Remopleurides, Placoparia, Zethus, Nileus, Aeglina* und *Dionide*; zu den anderen sind vorzüglich die Gattungen *Dalmanites, Cheirurus, Lichas, Calymene, Acidaspis, Homalonotus, Harpes* und *Phacops* zu rechnen. An die Trilobiten schliessen sich noch einige Ostracoden an, wie z. B. *Beyrichia* und *Leperditia*. Von Anneliden scheinen die unter den Namen *Nereites* und *Myrianites* eingeführten Formen ganz vorzüglich der zweiten Fauna anzugehören.

Nächst diesen Crustaceen und Würmern sind es besonders die Cephalopoden, welche namentlich in den Geschlechtern *Orthoceras, Lituites* und *Cyrtoceras* eine grosse Bedeutung gewinnen; wie denn in gewissen Territorien die Orthoceren mit grossem Sipho sehr häufig vorkommen. Von Gastropoden (und Pteropoden) sind vorzüglich die Gattungen *Maclurea, Pleurotomaria, Trochus, Murchisonia, Subulites, Bellerophon, Conularia, Theca* und *Tentaculites*, von Conchiferen die Gattungen *Modiolopsis, Pterinea, Avicula* und *Ctenodonta* zu erwähnen; doch werden beide diese Classen an Wichtigkeit von den Brachiopoden übertroffen, unter welchen namentlich die Geschlechter *Lingula* und *Obolus* durch die oft grosse Anhäufung von Individuen einiger wenigen Species, die Geschlechter *Orthis, Strophomena, Leptaena* und *Pentamerus* dagegen auch durch die grössere Anzahl von Species ausgezeichnet sind, wie diess ganz besonders von *Orthis* gilt. Wirkliche Terebrateln scheinen in der silurischen Formation überhaupt noch nicht vorzukommen. Dagegen kennt man schon in der zweiten Fauna mehre Bryozoën aus den Geschlechtern *Ptilodictya, Retepora, Fenestella* u. a.

Unter den Echinodermen sind fast nur Krinoiden, und unter diesen wiederum die Cystideen als vorzüglich charakteristische Formen der zweiten silurischen Fauna zu nennen, da die oft in zahlreichen Individuen auftretenden Species von *Echinosphaerites*, *Caryocystites* und von anderen Gattungen hier ihre hauptsächliche Entwicklung gefunden haben. Die Actinoideen dagegen erscheinen verhältnissmässig nur sparsam. Dasselbe gilt noch weit mehr von den Stelleriden, welche bis jetzt nur einige seltene Formen von *Palaeaster* und *Asterias* geliefert haben.

Die Polypen werden zwar meist nur durch wenige Gattungen vertreten; doch verhalten sich verschiedene Territorien in dieser Hinsicht verschieden. Höchst charakteristisch sind die Graptolithen, zumal für die oberen Horizonte dieser Fauna, welche, wie Murchison hervorhebt, besonders durch das Auftreten verschiedener Species von *Cladograpsus* (oder *Didymograpsus*) und *Diplograpsus* ausgezeichnet werden. Auch die wenigen wirklichen Korallen

aus den Geschlechtern *Stenopora*, *Stromatopora*, *Calamopora* (oder *Favosites*), *Heliolites*, *Halysites*, *Petraia* u. a. erscheinen erst in der oberen Hälfte dieser Formations-Abtheilung, und geben meist über in die dritte silurische Fauna, wo sie erst ihre recht eigentliche Entwicklung gefunden haben.

Die Foraminiferen haben erst in der neueren Zeit eine grosse Bedeutung erlangt, seitdem Ehrenberg gezeigt hat, dass die zu ganzen Schichten angehäuften Glaukonitkörner der Untersilurformation Russlands die Formen von Steinkernen dieser kleinen Zoophyten zeigen; (vergl. S. 286).

Diese zweite silurische Fauna ist in England besonders in denjenigen Schichten niedergelegt, welche Murchison als die Llandeilo- und die Caradoc-Gruppe eingeführt hat, und als den eigentlichen Hauptbestand der dortigen Untersilurformation betrachtet, zu welcher er zwar auch die Sandsteine der Stiper-Stones in Shropshire und die Tremadoc-Schiefer in Nordwales rechnet, ohne jedoch den eigenthümlichen paläontologischen Charakter zu übersehen, durch welchen diese Etagen als Repräsentanten der primordialen Fauna charakterisirt werden. Die in anderen Ländern bekannten Aequivalente der Llandeilo- und Caradoc-Gruppe sind es nun gleichfalls, welche sich dort als die eigentlichen Repositorien der zweiten Fauna zu erkennen geben, obgleich sie oftmals, theils nach petrographischen theils nach paläontologischen Kriterien in mehre Gruppen gesondert worden sind; wie sich ja schon *a priori* erwarten lässt, dass dieselben Formations-Abtheilungen in verschiedenen Bildungsräumen eine sehr verschiedene petrographische Facies und Gliederung zeigen werden, wodurch denn auch eine theilweise Verschiedenheit der organischen Ueberreste bedingt werden musste.

Dass aber die zweite und die dritte Fauna viele gemeinschaftliche Species besitzen, wie schon oben bemerkt wurde, diess hat sich durch die neueren Untersuchungen immer mehr bestätigt. In England insbesondere haben die Arbeiten der geognostischen Landesaufnahme gelehrt, dass dort die zweite und die dritte Fauna gewissermaassen durch ein (früher zur Caradoc-Gruppe gerechnetes) Zwischenglied verbunden sind, in welchem zwar einige eigenthümliche, ausserdem aber nur solche Species vorkommen, welche einestheils der zweiten, anderntheils der dritten Fauna angehören. Daher hat sich der berühmte Begründer des silurischen Systems neuerdings veranlasst gefunden, das betreffende Schichtensystem, unter dem Namen der Llandovery-Gruppe, als eine mittlere Abtheilung zwischen der unteren und der oberen Silurformation einzuschalten. Auch in Russland und in Nordamerika scheinen sich ähnliche Verhältnisse zu wiederholen. Murchison, *Siluria*, *1. ed. p.* 491; *2. ed. p.* 94 ff.

3. Die dritte silurische Fauna ist wohl nur selten ärmer, oftmals aber noch weit reicher als die zweite Fauna; sie liess z. B. in England bis jetzt etwa [illegible], in Böhmen dagegen an 2000 Species erkennen, so dass sie dort weniger, hier aber zehnmal so viele Arten geliefert hat, als die vorausgehende Fauna, während in anderen Territorien wiederum andere Verhältnisse obwalten.

Abermals sind es die Trilobiten, welche als besonders charakteristische Formen auftreten; zwar finden sich nur wenige neue d. h. solche Gattungen, die nicht schon in der zweiten Fauna ihre Vertreter gefunden hätten; auch geht nur ein Theil der Gattungen aus der zweiten in die dritte Fauna über; aber die meisten derselben lassen eine weit grössere Anzahl von Species erkennen, haben also gerade hier das Maximum ihrer Entwicklung erreicht. Die wichtigsten Gattungen sind zuvörderst abermals *Placoparia*, *Illaenus*, *Ampyx*,

Dalmanites, Cheirurus, Lichas, Calymene, Acidaspis, Homalonotus, Harpes, Phacops, und dann *Bronteus, Proëtus, Cyphaspis, Encrinurus, Sphaerexochus, Staurocephalus* und *Arethusina.* Von anderen Crustaceen sind, nächst *Leperditia* und *Beyrichia*, besonders die mit *Limulus* einigermaassen verwandten, und zum Theil riesenhaften Krebse *Eurypterus, Pterygotus* und *Himantopterus* zu nennen, welche alle nur in den obersten Schichten der Silurformation vorkommen.

Auch die Cephalopoden erscheinen noch in bedeutender Anzahl, wie denn namentlich die Gattungen *Orthoceras* und *Cyrtoceras* noch sehr viele, die Gattungen *Phragmoceras, Gomphoceras, Trochoceras* und *Lituites* mehr oder weniger Species geliefert haben; doch sind nicht wenige Orthoceras-Species identisch mit solchen aus der zweiten Fauna. Auch das Geschlecht *Goniatites* ist in Böhmen schon mit mehren Species erkannt worden, welche aber verschieden von denen der devonischen Formation sind. Von Gastropoden (und Pteropoden) sind vorzüglich die Gattungen *Euomphalus, Capulus, Murchisonia, Trochus, Holopella, Bellerophon, Theca* und *Tentaculites* zu erwähnen, von welchen zum Theil manche Species aus der zweiten Fauna in die dritte übergehen. Unter den Conchiferen stehen oben an die Gattungen *Pterinea, Cardiola* und *Orthonota*, denen sich *Modiolopsis, Grammysia, Conocardium* (oder *Pleurorhynchus*) und noch andere Gattungen anschliessen. Die Brachiopoden sind zwar grossentheils durch dieselben Gattungen vertreten, wie in der zweiten Fauna; doch treten *Lingula, Orthis* und *Leptaena* auffallend zurück, während die Gattung *Pentamerus* noch vorhanden ist, die Gattungen *Rhynchonella, Atrypa* und *Spirifer* aber in immer mehren Species erscheinen. Auch finden sich nicht wenige Species, welche der zweiten und dritten Fauna gemeinschaftlich angehören. Bryozoën kennt man besonders aus den Gattungen *Fenestella, Ptilodictya, Glauconome* und *Polypora*.

Unter den Echinodermen spielen die ächten Krinoiden, d. h. die Actinoideen eine wichtige Rolle, wogegen die Cystideen nur in wenigen, eigenthümlichen und mehr vereinzelten Formen auftreten; *Crotalocrinus, Periechocrinus, Dimerocrinus, Haplocrinus, Glyptocrinus, Eucalyptocrinus, Ichthyocrinus* u. a. Krinoiden haben mehr oder weniger zahlreiche Ueberreste geliefert. Auch mehre Stelleriden der Gattungen *Palaeaster, Palasterina, Protaster* und *Palaeocoma* verdienen erwähnt zu werden, obwohl solche nicht gerade zu den häufigen Erscheinungen gehören.

Besonders wichtig sind auch die Polypen, indem nicht nur die meisten Korallen der zweiten Fauna in die dritte Fauna übergehen, und daselbst zu einer weit bedeutenderen Entwickelung gelangt sind, sondern auch manche neue Geschlechter, wie z. B. *Cyathophyllum, Cystiphyllum, Omphyma, Syringopora, Coenites, Palaeocyclus* u. a. auftreten, so dass der Reichthum an wahren Korallen für diese dritte Fauna recht bezeichnend ist. Aber auch die Graptolithen bilden noch, besonders in den unteren Etagen der Obersilurformation, eine sehr charakteristische Erscheinung.

Endlich finden sich auch einige Amorphozoën ein, dergleichen in der

unteren Silurformation noch nicht bekannt sind; dahin gehören z. B. die *Siphonia praemorsa Goldf.*, welche von F. Römer zugleich mit anderen Spongien im obersilurischen Kalksteine des Staates Tennessee gefunden worden ist*); ferner *Astraeospongium meniscus Röm.* und vielleicht auch *Ischadites Königii Murch.*, welche Form jedoch Murchison geneigt ist, zu den Cystideen zu stellen.

Als eine ganz besondere Auszeichnung der dritten Fauna ist schliesslich das Vorkommen von Fischen hervorzuheben, welche in den obersten Schichten der Silurformation ihre Ueberreste, und somit die ersten Spuren von Wirbelthieren hinterlassen haben. Zähne, Schuppen, Flossenstacheln, Kiefer und sonstige Reliquien mehrer Species von *Onchus* (z. B. *O. Murchisoni* und *O. tenuistriatus*), von *Plectrodus* sind in England, und andere dergleichen in Böhmen und in Nordamerika, jedoch überall nur an der oberen Gränze der Formation gefunden worden, woraus man wohl schliessen darf, dass diese Fische erst gegen das Ende der silurischen Periode geschaffen worden sind.

Zwar hat Pander in der Untersilurformation Russlands eine Menge kleiner Körper entdeckt, welche in ihrer Form an Fischzähne erinnern, und von ihm auch dafür gehalten wurden. Er nennt die Ordnung, in welche die betreffenden Fische gehören, Conodonten, und hat ein sehr fleissiges, meist auf mikroskopischen Untersuchungen beruhendes Werk unter dem Titel: Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der russisch-baltischen Gouvernements (St. Petersburg, 1856) herausgegeben, in welchem diese Conodonten ausführlich zur Darstellung kommen. Ehrenberg bemerkt jedoch, dass diese Conodonten, welche auch für Schneckenzähne gehalten wurden, als solche zu gross, als Fischzähne aber zu klein sind, und dass ihr einfacher Bau sowie ihre oft ausgebreitete Basis sie eher als Hautorgane charakterisiren dürften; Monatsberichte der Berliner Akad. 1858, S. 298. Auch Murchison, Carpenter und Owen haben sich gegen Pander's Ansicht erklärt, und Owen ist ebenfalls geneigt, die Conodonten für kleine, von der Haut nackter Mollusken oder Anneliden stammende Häkchen zu halten. *Siluria, 2. ed. p.* 375 und 562.

Die dritte silurische Fauna findet sich in England innerhalb derjenigen Schichtensysteme niedergelegt, welche Murchison mit den Namen der Wenlockgruppe und Ludlowgruppe belegt und als Obersilurformation zusammengefasst hat. Die Aequivalente dieser Gruppen sind es, welche auch in anderen Ländern durch eine ganz analoge Fauna charakterisirt werden. Uebrigens hat wohl zuerst Hisinger in Schweden den Unterschied dieser beiden Faunen erkannt und die Wichtigkeit desselben hervorgehoben.

§. 322b. *Einige der wichtigsten silurischen Species.*

Obgleich es sehr schwierig ist, eine grössere Anzahl von Species namhaft zu machen, welche als eigentliche Leitfossilien der Silurformation gelten können, weil es sich immer mehr herausstellt, dass jedes grössere silurische Territorium vorwaltend durch besondere Species charakterisirt wird, und dass es verhältnissmässig nur wenige Species giebt, welche allen Territorien ge-

---

*) Lethäa von Bronn u. Römer, 3. Aufl. I, S. 155. Nach Friedrich Schmidt dagegen ist diese, auch in Livland vorkommende Form als der Wurzelstock von *Crotalocrinus rugosus* zu deuten sein. Unterss. über die Sil. Form. in Ehstland u. s. w. S. 222.

meinschaftlich zukommen, so wollen wir doch versuchen, eine Uebersicht derjenigen Species aufzustellen, welche wenigstens in verschiedenen Territorien Europa's als mehr oder weniger häufig wiederkehrende Formen erkannt worden sind*). Um jedoch die Zugehörigkeit dieser Species zu der ersten, der zweiten oder der dritten Fauna einigermaassen anzudeuten, haben wir jedem Namen das Zeichen ⊥, + oder ⊤ beigefügt, welche das untere, das mittlere, oder das obere Niveau ausdrücken sollen, in welchem die betreffende Species vorzugsweise angetroffen wird.

Pflanzen.

Dictyonema Hisingeri Göpp. ⊥
Chondrites antiquus Sternb. ±
Chondrites circinnatus Sternb. ±

Amorphozoën.

Siphonia praemorsa Gold. ∓
Ischadites Königii Murch. ⊤

Polypen.

Graptolithus, Leitfossil in allen Gattungen und Species. ‡
Stenopora fibrosa E. et H. ∓
Alveolites repens E. H. ⊤
. . . . *Labechei* E. H. ⊤
Coenites intertextus Eichw. ⊤
. . . . *juniperinus* Eichw. ⊤
Stromatopora striatella Orb. ∓
Chaetetes petropolitanus Lonsd. +
Calamopora aspera Orb. ∓
. . . . . . *Gottlandica* Lam. ∓
. . . . . . *fibrosa* Lonsd. ∓
Calamopora reticulata E. H. ∓
Syringopora bifurcata Lonsd. ⊤
Halysites catenularia E. H. ∓
. . . . . *escharoides*. ∓
Omphyma Murchisoni E. H. ⊤
. . . . . *subturbinata* E. H. ⊤
Cyathophyllum articulatum E. H. ⊤
. . . . *truncatum* E. H. ⊤
Heliolites interstincta E. H. ∓
Petraia bina Lonsd. ∓
Palaeocyclus porpita E. H. ⊤

Krinoiden.

Echinosphaerites aurantium Wahl. +
Caryocystites granatum Buch. +
Crotalocrinus rugosus Mill. ∓
Periechocrinus moniliformis Phill. +

Bryozoën.

Fenestella subantiqua Orb. ∓
. . . . . *Lonsdalii* Orb. ⊤
Ptilodictya lanceolata Goldf. ∓
Glauconome disticha Goldf. ∓

Brachiopoden.

Obolus Apollinis Eichw. ⊥
Lingula Davisii MCoy ±
Lingula attenuata Sow. +
Lingula Lewisii Sow. ⊤
. . . . *cornea* Sow. ⊤
Discina rugata Sow. ∓

---

*) Die meisten dieser Formen finden sich in dem Atlas abgebildet, welcher zur ersten Auflage dieses Lehrbuches gehörte, und von welchem, nach Vollendung des gegenwärtigen Bandes, eine zweite, verbesserte Auflage erscheinen wird, die jedoch unabhängig vom Lehrbuche ausgegeben werden soll.

Spirigerina marginalis Dalm. ∓
. . . . . . *reticularis Lin.* ∓
. . . . . . *aspera Defr.* ∓
Merista tumida Dalm. ⊤
Rhynchonella bidentata Sow. ⊤
. . . . *navicula Sow.* ⊤
. . . . *nucula Sow.* ∓
. . . . *borealis Schl.* ∓
. . . . *Wilsoni Sow.* ⊤
. . . . *didyma Buch* ⊤
Strophomena depressa Dalm. ∓
. . . . *euglypha Dalm.* ∓
. . . . *imbrex Buch* ∓
. . . . *pecten Dalm.* ∓
. . . . *grandis Sow.* +
. . . . *filosa Dav.* ⊤
Leptaena transversalis Dalm. ∓
. . . . . *sericea Sow.* ∓
. . . . . *Humboldti Vern.* +
Chonetes cornuta Hall. ⊤
. . . . . *striatella Kon.* ⊤
Pentamerus lens Sow. +
Pentamerus oblongus Sow. +
. . . . . . *Knightii Sow.* ⊤
. . . . . . *galeatus Dalm.* ⊤
. . . . . . *linguifer Dav.* ⊤
Orthis calligramma Dalm. ∓
. . . . *flabellulum Sow.* +
. . . . *moneta Eichw.* +
. . . . *insularis Eichw.* ∓
. . . . *Actoniae Sow.* +
. . . . *lata Sow.* +
. . . . *testudinaria Dalm.* ∓
. . . . *orbicularis Sow.* ∓
. . . . *lunata Sow.* ⊤
. . . . *elegantula Dalm.* ∓
. . . . *striatula Kon.* +
. . . . *biloba Linn.* ∓
. . . . *lynx Eichw.* ∓
Orthisina umbraculum Buch ⊤
Cyrtia trapezoidalis Dalm. ⊤
Spirifer crispus Buch ∓
. . . . *elevatus Dalm.* ⊤

Conchiferen.

Cardiola interrupta Brod. ∓
. . . . . *fibrosa Sow.* ⊤
Orthonota retusa Phill. ⊤
. . . . . *amygdalina Phill.* ⊤
. . . . . *impressa Phill.* ⊤
Grammysia cingulata His. ⊤
Goniophora cymbaeformis Sow. ⊤
Cucullella antiqua Sow. ∓
Pterinea lineatula Orb. ⊤
. . . . *planulata Conr.* ⊤
. . . . *retroflexa His.* ∓
. . . . *reticulata His.* ⊤
Modiolopsis orbicularis Sow. +
. . . . . . *obliqua Sow.* +

Gastropoden.

Trochus helicites Sow. ⊤
Loxonema sinuosum Phill. ⊤
Capulus haliotis Sow. ⊤
Holopea striatella Sow. +
Murchisonia Lloydii Arch. ⊤
. . . . . *corallii Arch.* ⊤
Cyclonema corallii Sow. ⊤
. . . . . *octavius Orb.* ⊤
Euomphalus funatus Sow. ∓
. . . . . . *sculptus Sow.* ⊤
. . . . . . *rugosus Sow.* ⊤
. . . . . . *Gualteriatus Goldf.* +

Heteropoden.

Bellerophon dilatatus Sow. ∓
. . . . . . *bilobatus Sow.* +
. . . . . . *acutus Sow.* +
Bellerophon expansus Sow. ∓
. . . . . . *trilobatus Sow.* ∓

Pteropoden.

Conularia Sowerbyi Defr. Ŧ
Theca Forbesi Sharpe. Ŧ
Tentaculites tenuis Sow. T
Tentaculites ornatus Sow. Ŧ
. . . . . . scalaris Schl. T
. . . . . . anglicus Salt. +

Cephalopoden.

Orthoceras imbricatum Wahlenb. T
. . . . . . Ludense Sow. T
. . . . . . annulatum Sow. Ŧ
. . . . . . ibex Sow. T
. . . . . . vaginatum Schl. +
. . . . . . gregarium Sow. T
. . . . . . regulare Schl. T
. . . . . . duplex Wahlenb. +
Orthoceras dimidiatum Murch. T
. . . . . . striatopunctatum Münst. T
Gomphoceras piriforme Morr. T
Cyrtoceras Murchisoni Barr. T
Phragmoceras ventricosum Sow. T
Lituites perfectus Wahlenb. T
. . . . giganteus Sow. T
. . . . cornu arietis Sow. +

Crustaceen.

Leperditia baltica His. T
. . . . . marginata Keys. T
Beyrichia tuberculata Klöd. Ŧ
Agnostus pisiformis Brong. ±
Dalmanites Hausmanni Brong. T
. . . . . . socialis Barr. +
. . . . . . caudatus Emmr. Ŧ
Phacops Downingiae Murch. T
Ogygia Buchii Goldf. +
. . . . Guettardi Brong. +
Calymene Blumenbachii Brong. Ŧ
. . . . . brevicapitata Portl. +
Encrinurus punctatus Emmr. Ŧ
Acidaspis Buchii Barr. +
Cheirurus claviger Beyr. +
Amphion Fischeri Eichw. +
Ampyx nasutus Dalm. +
Sphaerexochus mirus Beyr. T
Illaenus crassicauda Dalm. +
Trinucleus concentricus Eaton. +
Asaphus expansus Dalm. +
. . . . tyrannus Murch. +
Conocephalites Sulzeri Schl. ⊥
Ellipsocephalus Hoffii Schl. ⊥
Olenus spinulosus Brong. ⊥
. . . . scarabaeoides Dalm. ⊥
Paradoxides bohemicus Burm. ⊥
Homalonotus delphinocephalus Murch. T
. . . . . . Knightii Kön. T
Eurypterus remipes Dekay. T

Anneliden.

Cornulites serpularius Schl. +
Myrianites Macleayii Murch. +
Nereites cambrensis Murch. +
Scolecolithus linearis Hall ⊥
Trachyderma coriaceum Phill. ⊥
Serpulites longissimus Murch. T

§. 323. *Paläontologischer Ueberblick der devonischen Formation.*

Die devonische Formation zeigt zwar im Allgemeinen noch eine auffallende Armuth an Pflanzenresten, doch sind in ihr schon ziemlich viele Landpflanzen nachgewiesen worden, während die Fucoiden nur in einer geringen Anzahl von Species bekannt sind. Ueberhaupt aber stammt das Meiste, was bis jetzt zu unserer Kenntniss gelangt ist, von einigen wenigen

Localitäten; wie denn namentlich die Gegend von Saalfeld in Thüringen nicht weniger als 46 verschiedene, meist ganz neue und zum Theil höchst merkwürdige Landpflanzen geliefert hat, welche in ihren äusseren Formen mit anderen, höher aufwärts vorkommenden Species übereinstimmen, während sie sich durch ihre sehr einfache Structur von ihnen unterscheiden *).

Nach der neuesten Zusammenstellung von Göppert lassen sich die bis jetzt aus der devonischen Formation hinreichend bekannt gewordenen Pflanzenreste auf 63 Species zurückführen **). Davon kommen 6 Species auf die untere Abtheilung der Formation; und zwar sind diese lauter Fucoiden, mit Ausnahme einer einzigen Species, nämlich der merkwürdigen *Sigillaria Hausmanni Göpp.*, welche im devonischen Sandstein Skandinaviens vorgekommen ist.

Aus der mittleren Abtheilung der Formation führt Göppert nichts weiter, als eine einzige Landpflanze auf, die *Sagenaria Veltheimiana Presl;* eine der wichtigsten paläozoischen Species, welche nicht nur hier, sondern auch ganz besonders in der unteren Steinkohlenformation auftritt, für welche sie als eine wahre Leitpflanze zu betrachten ist.

Die meisten Species haben sich jedoch in der oberen Abtheilung der devonischen Formation gefunden, deren Flora, mit Ausnahme zweier Fucoiden, von Landpflanzen gebildet wird, und schon eine gewisse Aehnlichkeit mit jener der Steinkohlenformation erkennen lässt. Namentlich sind die Farne sehr vorwaltend, von welchen bereits 30 Species bekannt, und besonders die beiden Gattungen *Sphenopteris* und *Cyclopteris* auffallend stark vertreten sind; ferner erscheinen mehre Formen aus den Familien der Equisetaceen, der Calamiteen und Asterophylliten; unter ihnen auch der für die untere Steinkohlenformation so charakteristische *Calamites transitionis;* zu diesen gesellen sich endlich noch verschiedene Lepidodendreen, einige Coniferen und eine Nöggerathia.

Da jedoch fast jede Localität ihre besonderen Species geliefert hat, so kann freilich von eigentlichen Leitpflanzen im Gebiete der devonischen Formation noch nicht füglich die Rede sein; künftige Forschungen müssen uns erst darüber belehren, ob es gewisse Species giebt, welche sich durch eine sehr allgemeine Verbreitung auszeichnen, und sonach als Leitpflanzen gelten können.

Auch in der devonischen Formation ist das Thierreich viel reicher vertreten, als das Pflanzenreich, und auch in ihr lassen sich verschiedene, successive Faunen unterscheiden, weil nach unten ganz andere Formen vorzuwalten pflegen, als nach oben, so dass die verschiedenen Abtheilungen der Formation auch mehr oder weniger durch verschiedene Species charakterisirt

*) Man verdankt die Kenntniss dieser Saalfelder Flora den Forschungen von Richter und Unger, deren Resultate in dem Werke: Beitrag zur Paläontologie des Thüringer Waldes, Wien, 1856, niedergelegt sind.

**) *Nova Acta Acad. Leop. vol.* 27, 1860, *p.* 562 ff. Die Zahl 63 würde sich noch etwas erhöhen, wenn die von Hugh Miller aus dem *Old red sandstone* von Caithness, sowie die von Logan auf der Halbinsel Gaspé in Canada entdeckten Formen hätten mit berücksichtigt werden können, deren auch Göppert zwar gedenkt, ohne sie jedoch, wegen des Mangels an analytischen Abbildungen, in seiner Aufzählung mit aufzunehmen. Vergl. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 14, 1858, *p.* 72 ff. und *vol.* 15, 1859, *p.* 477 ff.

werden. Indessen geben wir zunächst nur eine ganz allgemeine Uebersicht der devonischen Fauna überhaupt, wobei wir wesentlich den Darstellungen F. Römer's in der dritten Auflage der Lethäa folgen werden*).

Von Amorphozoën ist bis jetzt nur sehr wenig bekannt worden. Wenn jedoch die von Defrance unter dem Namen *Receptaculites Neptuni* eingeführte Form wirklich in diese Classe gehört, so würde diese weit verbreitete Species einen sehr wichtigen Repräsentanten derselben liefern; zu derselben Species gehören nach F. Römer auch diejenigen Formen, welche Goldfuss unter den Namen *Coscinopora placenta* und *C. sulcata* beschrieben hat; auch kennt man noch ausserdem ein paar Species von *Scyphia*.

In der Classe der Polypen ist zuvörderst der gänzliche Mangel an Graptolithen hervorzuheben. Die eigentlichen Korallen aber erscheinen in gewissen Schichten mit zahlreichen Formen aus den Sectionen der *Zoantharia rugosa* und *tabulata*, sowie mit zwar wenigen aber sehr charakteristischen Formen der *Z. tubulosa* und *perforata*. Zu den ersteren gehören besonders die Gattungen *Cyathophyllum*, *Campophyllum*, *Acervularia*, *Smithia*, *Cystiphyllum*, *Calamopora* (oder *Favosites*), *Heliolites*, *Chaetetes* und *Stromatopora*; von den letzteren aber sind die beiden wichtigen Species *Aulopora repens* und *Pleurodictyum problematicum* zu nennen**). Obgleich wir übrigens grossentheils denselben Gattungen begegnen, wie in der Silurformation, so haben doch neuere Untersuchungen gelehrt, dass solche meist durch ganz verschiedene Species vertreten werden. Die für die silurische Formation so bezeichnende Gattung *Halysites* scheint der devonischen Formation durchaus zu fehlen.

Unter den Echinodermen erlangen eine besondere Wichtigkeit die Krinoiden, und zwar die ächten, grossarmigen Krinoiden, welche einestheils in denen der devonischen Formation eigenthümlichen Gattungen *Cupressocrinus*, *Ctenocrinus*, *Melocrinus* und *Haplocrinus*, anderntheils in den Gattungen *Cyathocrinus*, *Eucalyptocrinus*, *Rhodocrinus*, *Platycrinus* und *Poteriocrinus* mehr oder weniger vertreten sind. Von Cystideen ist nur eine Species, nämlich *Agelacrinus rhenanus Röm.* bekannt; auch die Blastoideen haben nur einige sehr seltene Species von *Pentatrematites* und den in Nordamerika vorkommenden *Elaeacrinus Verneuili Röm.* aufzuweisen. Von Stelleriden kennt man nur einige Abdrücke; von Echiniden endlich kaum etwas Anderes, als vereinzelte Stacheln.

Die Bryozoën lassen keine auffallend grössere Entwickelung erkennen, als während der silurischen Periode, und erscheinen nur in einigen Species der Gattungen *Fenestella*, *Hemitrypa*, *Glauconome*, *Polypora* und *Coscinium*.

Eine ganz vorzügliche Wichtigkeit erlangen die Brachiopoden, welche namentlich in den Gattungen *Spirifer*, *Orthis*, *Orthisina*, *Strophomena*, *Rhynchonella*, *Retzia*, *Pentamerus* und *Chonetes* eine mehr oder weniger bedeutende An-

---

*) Lethäa. B. I, S. 55 ff.

**) F. Römer bemerkt jedoch, dass die Gattung *Pleurodictyum* wohl eigentlich nicht in die Section der *Zoantharia perforata* gehört.

zahl von Species geliefert haben, während aus den Gattungen *Leptaena*, *Spirigera*, *Spirigerina* und *Productus* nur wenige, aber zum Theil recht bezeichnende Formen bekannt sind, und endlich die Gattungen *Stringocephalus*, *Uncites*, *Calceola*, *Davidsonia*, *Anoplotheca* und *Meganteris* der devonischen Formation ganz eigenthümlich angehören, aber, mit Ausnahme von *Davidsonia*, nur jede mit einer Species bekannt sind. *Stringocephalus Burtini*, *Uncites gryphus*, *Calceola sandalina*, *Anoplotheca lamellosa* und *Meganteris Archiaci* verdienen, als weit verbreitete Leitmuscheln der Devonformation, besonders genannt zu werden. Das Vorwalten der Spiriferen und das Zurücktreten der Orthiden ist eine sehr auffallende Erscheinung, weil in der silurischen Formation gerade das entgegengesetzte Verhältniss waltet; auch scheinen die Gattungen *Productus* und *Terebratula* erst in der devonischen Periode zu beginnen.

Von Conchiferen sind vor allen die Gattungen *Pterinea* und *Avicula*, nächst ihnen aber auch die Gattungen *Cardiola*, *Cardium*, *Nucula*, *Grammysia*, *Sanguinolaria*, *Lucina*, *Arca* und *Megalodon* zu erwähnen, welche letztere in der Species *M. cucullatus* eine ausgezeichnete Leitmuschel geliefert hat, während *Pterinea* sich durch die grosse Anzahl von Species auszeichnet. Die Gastropoden werden besonders durch die Gattungen *Pleurotomaria*, *Murchisonia*, *Loxonema*, *Euomphalus*, *Turbo*, *Macrochilus*, *Capulus*, *Scoliostoma* u. a. vertreten, deren Species jedoch verschieden von jenen sind, welche in der silurischen Formation oder in jüngeren Formationen vorkommen; *Murchisonia bilineata*, *Macrochilus arculatum* und *Pleurotomaria crenatostriata* lassen sich als wahre Leitschnecken der devonischen Formation betrachten. Auch das Geschlecht *Bellerophon* findet sich noch in mehren Species.

Unter den Cephalopoden spielen die Gattungen *Orthoceras*, *Cyrtoceras* und *Gyroceras* eine wichtige Rolle, da sie noch in vielen Species auftreten; auch *Phragmoceras* und *Gomphoceras* erscheinen in einigen Species. *Bactrites* ist eine zwar nicht gerade häufige, aber wie es scheint exclusiv devonische Gattung; *Clymenia* aber und *Goniatites* sind ein paar Gattungen, welche in der oberen Abtheilung der devonischen Formation eine grosse Bedeutung gewinnen, weil ihre Ueberreste in den Schieferkalksteinen (oder Flaserkalksteinen) eben so zahlreich als vorwaltend auftreten. Endlich haben auch die Pteropoden *Conularia*, *Theca* (oder *Pugiunculus*) und *Tentaculites* eine Anzahl von Species geliefert; an *Theca* aber schliesst sich die Gattung *Coleoprion*, als eine ausschliesslich devonische Form an.

Aus der Classe der Crustaceen sind es abermals die Trilobiten, denen immer noch eine ganz besondere Wichtigkeit zukommt. Zwar begegnen wir, mit Ausnahme von *Cryphaeus*, keiner Gattung, welche nicht schon in der silurischen Formation vertreten gewesen wäre; auch geht aus dieser Formation nur etwa der vierte Theil aller bekannten Gattungen in die devonische Formation über, und wird die Mehrzahl derselben nur noch durch wenige Species vertreten; allein manche dieser Species sind als höchst charakteristische Formen zu betrachten, und haben daher einen grossen Werth für die Diagnose der Formation. Jedenfalls aber war die Trilobitenfauna überhaupt während der

devonischen Periode schon bedeutend im Abnehmen begriffen, wie sie denn in der nächst folgenden carbonischen Periode zum gänzlichen Erlöschen gelangt ist. Die noch vorhandenen Gattungen aber sind besonders *Phacops*, *Cryphaeus*, *Proëtus*, *Homalonotus*, *Bronteus*, *Harpes*, *Cheirurus*, *Lichas*, *Cyphaspis* und *Acidaspis*. — Nächst den Trilobiten spielen noch einige andere Crustaceen eine nicht unwichtige Rolle, wie namentlich das Geschlecht *Cypridina*, dessen Ueberreste in manchen Schichten der oberen Formations-Abtheilung massenhaft angehäuft sind*). — Von Anneliden sind die beiden Gattungen *Spirorbis* und *Serpula* zu erwähnen.

Was endlich die Wirbelthiere betrifft, so finden sich in manchen Territorien der Formation, wie besonders in Herefordshire, Schottland und Russland recht zahlreiche Ueberreste von Fischen, welche grösstentheils den Abtheilungen der Placoiden und Ganoiden angehören, und mitunter in ganz seltsamen Formen auftreten. Man kennt wohl schon an 120 Species aus etwa 50 verschiedenen Gattungen, von welchen *Holoptychius*, *Ctenacanthus*, *Ptychacanthus*, *Pteraspis*, *Cephalaspis*, *Pterichthys*, *Coccosteus* und *Asterolepis* als einige der wichtigsten hervorzuheben sein dürften.

Der einzige unzweifelhafte Ueberrest eines Reptiles ist das Skelet eines Batrachiers, *Telerpeton elginense*, welches sich bei Elgin in Schottland in den oberen Schichten des *old red sandstone* gefunden hat; doch kommen in demselben Systeme von Sandsteinschichten auch Fusstapfen vor, welche von einer Schildkröte abzustammen scheinen. Wie also gegen das Ende der silurischen Periode die ersten Fische, scheinen gegen das Ende der devonischen Periode die ersten Reptilien erschaffen worden zu sein. Von Vögeln und Säugethieren hat sich bis jetzt in der devonischen Formation noch keine Spur gefunden.

Obgleich die meisten Thiergattungen, deren Ueberreste in den Schichten der devonischen Formation niedergelegt sind, auch schon in der silurischen Formation auftreten, so sind doch die Species grösstentheils ganz verschieden, daher durch sie beide Formationen scharf getrennt werden. Desungeachtet aber giebt es auch einige Species, welche unzweifelhaft beiden Formationen gemeinschaftlich zukommen; dahin gehören z. B. *Spirigerina reticularis*, *Strophomena depressa*, *Pentamerus galeatus* und manche andere Species. Eine solche Ausdauer oder Wiederkehr identischer Formen findet daher schon im Gebiete der ältesten Sedimentformationen Statt. Wie sich also innerhalb einer und derselben Formation gewisse Species in sehr verschiedenen Etagen wiederholen können, wofür z. B. in der englischen Silurformation viele Beispiele bekannt sind, in der böhmischen aber die sogenannten Colonien Barrande's sehr auffallende Belege liefern, so wiederholen sich auch manche Species innerhalb zweier, unmittelbar auf einander folgender Formationen. Vergleiche auch über diese Recurrenz der Species Bigsby, im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 15, 1859, *p.* 289 ff.

---

*) Nach Lyell sollen auch die riesenhaften Krebse *Pterygotus problematicus* u. a. aus dem Sandsteine von Forfarshire in devonischen, und nicht in silurischen Schichten vorkommen. *Manual of elem. Geol. 5 ed. p.* 420.

§. 323 a. *Einige der wichtigsten devonischen Species.*

Wenn wir zunächst auf Teutschland, Belgien, Nord-Frankreich und Süd-England, als diejenigen Länder Europas Rücksicht nehmen, in welchen die devonische Formation am genauesten erforscht worden ist, so finden wir, dass sich besonders die nachfolgend aufgeführten Species einer grösseren Verbreitung zu erfreuen haben und daher, einige mehr andere weniger, als Leitfossilien der Formation überhaupt betrachten lassen. Ja, eine nicht ganz geringe Anzahl derselben Species ist sogar in Nordamerika nachgewiesen worden, so dass auch die devonische Fauna in beiden Hemisphären durch viele theils identische theils analoge Formen ausgezeichnet ist. Um jedoch in dieser Uebersicht die allmälige Veränderung der Fauna hervortreten zu lassen, wollen wir abermals bei jeder Species durch das Zeichen ⊥, + oder ⊤ angeben, ob solche wesentlich der unteren, der mittleren oder der oberen Abtheilung angehört.

Pflanzen.

Halyserites Dechenianus Göpp. ⊥
Chondrites antiquus Sternb. ⊥

Amorphozoën.

Receptaculites Neptuni Defr. +

Korallen.

Pleurodictyum problematicum Goldf. ⊥
Stromatopora concentrica Goldf. +
Calamopora polymorpha Goldf. +
. . . . . . *gracilis Sandb.* +
. . . . . . *cervicornis Blainv.* ±
. . . . . *reticulata Blainv.* +
Alveolites suborbicularis Lam. +
Aulopora repens E. H. +
Heliolites porosa E. H. +
Cystiphyllum vesiculosum E. H. +
Cyathophyllum hexagonum Goldf. +
. . . . *turbinatum E. H.* +
. . . . *quadrigeminum Goldf.* +
Lithostrotion caespitosum Goldf. +
Smithia Hennahii E. H. +
Acervularia Goldfussii E. H. +
Campophyllum flexuosum E. H. +
Amplexus tortuosus Phill. +

Echinodermen.

Acanthocrinus longispina Müll. ⊥
Ctenocrinus decadactylus F. Röm. ⊥
. . . . . . *typus Bronn* ⊥
Taxocrinus rhenanus F. Röm. ⊥
Rhodocrinus gonatodes Wirtg. ⊥
Stylocrinus scaber Goldf. +
Hexacrinus brevis Goldf. +
. . . . . . *echinatus Goldf.* +
Sphaerocrinus geometricus Goldf. +
Cupressocrinus elongatus Goldf. +

Bryozoën.

Fenestella infundibiliformis F. Röm. +
Hemitrypa oculata Phill. +

Brachiopoden.

Chonetes dilatata F. Röm. ⊥
. . . *sarcinulata Kon.* ⊥
Chonetes minuta Goldf. +
Strophomena depressa Dalm. ±

Strophomena taeniolata Sandb. ⊥
. . . . . . *laticosta Conr.* ⊥
. . . . . . *lepis Bronn* +
Orthis striatula Schl. ±
. . . *hipponyx Schnur* ⊥
. . . *sacculus Sandb.* +
. . . *opercularis Murch.* +
Orthisina crenistria Phill. +
. . . . . *umbraculum Buch* +
Anoplotheca lamellosa Sandb. ⊥
Spirigerina reticularis Gmel. ±
Spirigera concentrica Buch ±
Spirifer macropterus Goldf. ⊥
. . . . *auriculatus Sandb.* ⊥
. . . . *cultrijugatus F. Röm.* ⊥
. . . . *speciosus Bronn* +
. . . . *laevicosta Bronn* +
. . . . *heteroclytus Defr.* +
. . . . *disjunctus Sow.* +
. . . . *simplex Phill.* +
. . . . *unifer F. Röm.* +
Meganteris Archiaci Süss ⊥
Terebratula elongata Schl. +
Retzia ferita Buch +
. . . . *lepida Goldf.* +
Rhynchonella strigiceps F. Röm. ⊥
. . . . *inaurita Sandb.* ⊥
. . . . *pila Schnur* ⊥
. . . . *parallepipeda Bronn* +
. . . . *pugnus Sow.* +
. . . . *tenuistriata Sandb.* +
. . . . *subreniformis Schnur* +
Pentamerus globus Bronn +
. . . . . . *brevirostris Gein.* +
. . . . . . *galeatus Dalm.* +
Davidsonia Bouchardiana Kon. +
Productus subaculeatus Murch. +
Uncites gryphus Defr. +
Stringocephalus Burtini Defr. +
Calceola sandalina Lam. +
Lingula subparallela Sandb. ⊤

Conchiferen.

Pterinea fasciculata Goldf. ⊥
. . . . . *costata Goldf.* ⊥
. . . . . *lineata Goldf.* ⊥
. . . . . *plana Goldf.* ⊥
. . . . . *ventricosa Goldf.* ⊥
. . . . . *laevis Goldf.* ⊥
Isocardia caelata Sandb. ⊥
Nucula cornuta Sandb. ⊥
. . . . *securiformis Goldf.* ⊥
Cucullella cultrata Sandb. ⊥
. . . . . *tenuiarata Sandb.* ⊥
Grammysia ovata Sandb. ⊥
Cypricardia crenistria Sandb. ⊥
Cypricardia elongata Arch. +
. . . . . . *lamellosa Sandb.* +
Avicula clathrata Sandb. +
. . . . *obrotundata Sandb.* ⊤
Arca inermis Sandb. +
Conocardium aliforme Bronn. +
Lucina proavia Goldf. +
Solen Lustheidiensis Vern. +
Megalodon cucullatus Sow. +
Cardiola retrostriata Keys. ⊤
. . . . *duplicata Münst.* ⊤
. . . . *articulata Münst.* ⊤
. . . . *concentrica Keys.* ⊤

Gastropoden.

Pleurotomaria crenatostriata Sandb. ⊥
. . . . *decussata Sandb.* +
. . . . *delphinuloides Schl.* +
. . . . *falcifera Sandb.* ⊤
. . . . *turbinea Schnur* ⊤
Murchisonia bilineata Goldf. +
Murchisonia angulata Phill. +
Loxonema reticulatum Phill. +
. . . . . *costatum Goldf.* +
Litorina purpura Arch. +
Macrochilus ventricosum Goldf. +
. . . . . . *arculatum Phill.* +

Euomphalus serpula Kon. +
. . . . . . *laevis Arch.* +
. . . . . . *annulatus Phill.* +
. . . . . . *acuticosta Sandb.* ⊤
Holopella subulata Röm. ⊤
Scoliostoma conoideum Sandb. ⊤
Bellerophon macrostoma F. Röm. ⊥
. . . . . . *trilobatus Sow.* ⊥
. . . . . . *compressus Sandb.* ⊥
. . . . . . *lineatus Goldf.* +
. . . . . . *striatus Fér.* +
. . . . . . *tuberculatus Fér.* +

Pteropoden.

Coleoprion gracilis Sandb. ⊥
Tentaculites scalaris Schl. ⊥
. . . . . . *sulcatus Röm.* ⊥
Tentaculites multiformis Sandb. ⊤
. . . . . . *tenuicinctus Röm.* ⊤

Cephalopoden.

Orthoceras triangulare Arch. ⊥
. . . . . . *planiseptatum Sandb.* ∓
. . . . . . *regulare Schl.* ⌶
. . . . . . *simplicissimum Sandb.* +
. . . . . . *arcuatellum Sandb.* +
. . . . . . *tubicinella Sow.* ∓
. . . . . . *lineare Münst.* ∓
. . . . . . *acuarium Münst.* ⊤
Bactrites carinatus Münst. ⌶
. . . . . *gracilis Sandb.* ⌶
Cyrtoceras subconicum Sandb. +
. . . . . . *lamellosum Arch.* +
Gyroceras costatum Goldf. +
. . . . *nodosum Gieb.* +
Gomphoceras inflatum Goldf. +
Goniatites compressus Beyr. ⊥
. . . . . *subnautilinus Schl.* ±
. . . . . *bicanaliculatus Sandb.* ±
. . . . . *lamed Sandb.* ∓
. . . . . *retrorsus Buch* ⊤
. . . . . *intumescens Beyr.* ⊤
. . . . . *serratus Stein.* ⊤
. . . . . *bifer Phill.* ⊤
. . . . . *carinatus Beyr.* ⊤
Clymenia subnautilina Sandb. ⊤
. . . . . *laevigata Münst.* ⊤
. . . . . *undulata Bronn* ⊤
. . . . . *striata Münst.* ⊤

Crustaceen.

Cryphaeus laciniatus Röm. ⊥
. . . . . *punctatus Röm.* +
Phacops latifrons Bronn ±
. . . . *cryptophthalmus Emmr.* ∓
Homalonotus crassicauda Sandb. ⊥
. . . . . . *obtusus Sandb.* ⊥
Proetus Cuvieri Stein. +
Cheirurus gibbus Beyr. +
Bronteus alutaceus Goldf. +
. . . . . *flabellifer Goldf.* +
Harpes macrocephalus Goldf. +
Cypridina subfusiformis Sandb. +
. . . . . *serrato-striata Sandb.* ⊤

Anneliden.

Spirorbis omphalodes Edw. +
Spirorbis ammonia Goldf. +

Viertes Kapitel.

Einige Beispiele aus der cambrischen und silurischen Formation.

§. 323 b. *Cambrische Formation in England.*

Die cambrische Formation ist bis jetzt mit Bestimmtheit nur in Grossbri-

tannien nachgewiesen und unterschieden worden. Doch ist es sehr wahrscheinlich, dass sie auch in anderen Ländern existirt, und dass gewisse Theile der alten Schieferformation, nämlich die obersten Schichtensysteme derselben, welche schon bisweilen Conglomerate und Psammite, oftmals aber Schiefer von unzweifelhaft sedimentärem Habitus' enthalten, mit in den Bereich der cambrischen Formation gezogen werden müssen. Sind nun auch in diesen Gesteinen noch keine organischen Ueberreste nachgewiesen worden, so dürfen wir nicht vergessen, dass sich auch die von den englischen Geologen anerkannten cambrischen Schichtensysteme ausserordentlich arm an dergleichen Ueberresten erweisen, indem die wenigen Species nur hier und da, ja zum Theil nur als grosse Seltenheiten gefunden wurden.

So mag in Böhmen die von Barrande als azoisch bezeichnete Etage *B*, so mögen gewisse Schiefer des sächsischen Erzgebirges und Voigtlandes, welche die dortigen unzweifelhaft silurischen Gesteine unterteufen, wohl mit einigem Rechte der cambrischen Formation zuzurechnen sein, welche ja überhaupt durch ihre bathrologische Stellung, durch den sedimentären Charakter ihrer Gesteine und durch die grosse Armuth oder den gänzlichen Mangel an organischen Ueberresten charakterisirt zu werden scheint. Damit ist es übrigens recht wohl vereinbar, dass diese Gesteine in der Nachbarschaft grösserer plutonischer Gesteins-Ablagerungen metamorphosirt worden und zu einer mehr oder weniger krystallinischen Beschaffenheit gelangt sind.

In Grossbritannien ist die cambrische Formation als eine selbständige Bildung in Shropshire, in Nordwales, auf der Insel Anglesea, in Nordschottland und in Irland erkannt worden.

In Shropshire sind es die Berge von Longmynd, westlich der Strasse von Ludlow nach Shrewsbury, welche aus cambrischen Gesteinen bestehen, und zugleich die Widerlage und Basis der silurischen Formation bilden. Die tiefsten Schichten erscheinen als glänzende, dünnschieferige Thonschiefer; über ihnen folgen in grosser Mächtigkeit harte, blaulichrothe, grünliche oder graue, schieferige und plattenförmige Grauwacken, weiter aufwärts aber Quarzite, Sandsteine, Conglomerate und abermals Schiefer. Das ganze, bis 26000 Fuss mächtige Schichtensystem fällt beständig 60° in WNW., und wird auf seiner Westseite in concordanter Lagerung von dem Quarzite der Stiper-Stones, der tiefsten Etage der Silurformation, bedeckt. Die Sandsteine enthalten in ihren Cavitäten oft Quarzkrystalle, bisweilen auch etwas Asphalt oder Bergöl; Grünsteine treten mehrfach zwischen den übrigen Gesteinen auf. Die wenigen, von Salter entdeckten organischen Ueberreste bestehen in paarweise verbundenen kleinen Eindrücken von Anneliden, *Arenicola didyma Salt.*, welche mehrorts ziemlich häufig vorkommen, und in dem Fragmente eines Trilobiten, den Salter *Palaeopyge Ramsayi* genannt hat. Alle weiteren Nachforschungen haben bis jetzt nichts Anderes auffinden lassen, obwohl die meisten Gesteine ihrer Natur nach zur Aufnahme und Bewahrung von Abdrücken und Eindrücken recht wohl empfänglich gewesen sein müssen.

Schichten von gleichem Alter treten in Nordwales am Passe von Llanberis auf, wo die schönsten Dachschiefer vorkommen; noch lehrreicher sind

die Verhältnisse bei Harlech, wo die cambrischen Gesteine eine Mächtigkeit von 8000 Fuss erlangen und sowohl nördlich bei Tremadoc, als auch südlich bei Barmouth von den Lingula-Flags, dem Aequivalente der Stiper-Stones bedeckt werden. In allen diesen Gegenden aber haben sich bis jetzt keine anderen organischen Ueberreste gefunden, als Fucoiden. Auch bei St. Davids in Südwales kennt man cambrische Schichten, jedoch ohne alle Spur von Fossilien; auf der Insel Anglesea endlich, wo sie gleichfalls vorkommen, sollen sie zu Chloritschiefer, Glimmerschiefer und Quarzit metamorphosirt worden sein.

An den Westküsten Nordschottlands, in Sutherland und Ross, da wird der primitive Gneiss an vielen Stellen von mächtigen Massen eines dunkelbraunen oder rothen Sandsteins und Conglomerates überlagert, deren nur wenig geneigte Schichten sehr auffallend gegen die fast senkrechten und stark gewundenen Schichten des Gneisses abstechen. Die Ablagerung erlangt eine Mächtigkeit von 2000 bis 2500 Fuss, und wird wiederum discordant von den tiefsten Schichten der Silurformation bedeckt, welche aus vorwaltendem Quarzit und untergeordnetem Kalkstein bestehen, in welchem letzteren von Peach etwa 20 untersilurische Thierspecies nachgewiesen worden sind. Durch diese Lagerungsverhältnisse werden jene rothen Sandsteine und Conglomerate, welche früher irrigerweise für *old-red-sandstone* erklärt wurden, als cambrische Schichten charakterisirt, obgleich sie bis jetzt noch keine Spur von organischen Ueberresten gezeigt haben. Interessant aber ist die Beobachtung Murchisons, dass die Conglomerate sehr viele Fragmente des unterliegenden Gneisses enthalten*), weil diess beweist, dass solcher Gneiss schon vor Beginn der cambrischen Periode dasselbe Gestein war, als welches er heutzutage erscheint.

In Irland kommen südlich von Dublin ähnliche cambrische Schichten vor, wie in Nordwales, welche deshalb ein besonderes Interesse gewinnen, weil Oldham in ihnen zwei Fucoiden, nämlich die *Oldhamia radiata Forb.* und den *Murchisonites Forbesii Göpp.* (*Oldhamia antiqua Forb.*) nachgewiesen hat. Die erstere Species findet sich häufig bei Wicklow, zugleich mit zahlreichen Spuren von *Arenicola didyma*. Auch am Bray-Head hat Kinahan viele, theils kleine, theils grosse Eindrücke von Anneliden und noch eine dritte Species von Oldhamia, nämlich *O. discreta* entdeckt.

In Vorstehendem ist das Wichtigste von dem enthalten, was man von der cambrischen Formation Grossbritanniens weiss, so weit solche von den Geologen der Landesaufnahme als eine selbständige Formation anerkannt wird. Es wurde jedoch bereits oben (S. 313 und 315) bemerkt, dass Lyell die tiefsten Etagen der Silurformation, wie solche in England durch die Sandsteine der Stiper-Stones und die schwarzen Schiefer der Malvern-Hills, in Nordwales durch die Tremadocschiefer repräsentirt werden, und überhaupt alle diejenigen Schichtensysteme, welche von Barrande als die Träger der primordialen Fauna bezeichnet worden sind,

*) Murchison, im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 15, 1859, *p.* 361 ff. auch *Siluria*, 3. *ed p.* 197 ff., aus welchem letzteren Werke, *p.* 8—36, auch die obige Darstellung der cambrischen Formation Grossbritanniens entlehnt worden ist.

mit der cambrischen Formation vereinigt. Wenn man die völlige Abgeschlossenheit dieser Fauna und die bisweilen (wie namentlich in Böhmen) so auffallende Trennung des betreffenden Schichtensystems von den höheren Etagen der Silurformation berücksichtigt, so möchte man sich nicht abgeneigt fühlen, jener Classification von Lyell beizutreten, durch welche die primordiale Fauna auch in die älteste und primordiale fossilhaltige Formation verwiesen werden würde. Bis jetzt haben sich jedoch weder Barrande noch Murchison mit dieser Lyell'schen Classification einverstanden erklärt; ja, Barrande scheint sogar geneigt, die cambrische Formation mit der silurischen Formation vereinigt zu lassen, und die wenigen in ihr bekannten organischen Formen als blose Vorläufer der primordialen Fauna und Flora zu betrachten.

§. 324. *Silurische Formation in England, Schottland und Irland.*

Da die Bestimmung der silurischen Formation von England ausgegangen ist, so müssen wir zuvörderst ihre dortige Ausbildungsweise kennen lernen, wie sie namentlich in Südwales und in den beiden östlich angränzenden Grafschaften, Shropshire und Herefordshire, vorliegt, auf welche Gegenden sich die classischen Untersuchungen Murchisons zunächst bezogen. Nachdem jedoch später auch die Verhältnisse in Nordwales durch die Geologen der Landesaufnahme aufgeklärt worden sind, so werden wir diese gleichfalls mit berücksichtigen.

Murchison unterschied anfangs nur eine untere und eine obere Abtheilung der Silurformation, deren jede wiederum in mehre Etagen oder Formationsglieder zerfällt wurde. Neuerdings hat er jedoch diese Gliederung dahin abgeändert, dass er zwischen der unteren und oberen Abtheilung eine mittlere Abtheilung, nämlich die Llandovery-Gruppe einschaltete.

In der unteren Silurformation unterscheidet Murchison jetzt drei Gruppen, welche sich als die primordiale Gruppe, die Llandeilo-Gruppe und die Caradoc-Gruppe bezeichnen lassen. Auf sie folgt die Llandovery-Gruppe, welche einen Uebergang zwischen der unteren und oberen Silurformation vermittelt; diese letztere endlich wird wie früher in die Wenlock-Gruppe und Ludlow-Gruppe getheilt. Wollen wir also die Llandovery-Gruppe gewissermaassen als Mittelsilurformation gelten lassen, so erhalten wir folgende Uebersicht der englischen Silurformation:

I. Untersilurformation.	II. Mittelsilurformation.	III. Obersilurformation.
1. Primordiale Gruppe.	4. Llandovery-Gruppe.	5. Wenlock-Gruppe.
2. Llandeilo-Gruppe.		6. Ludlow-Gruppe.
3. Caradoc-Gruppe.		

Wir wenden uns nun zu einer näheren Betrachtung dieser verschiedenen Abtheilungen.

I. Untersilurformation.

1. Primordiale Gruppe. Sie wird besonders durch die Stiper-Stones in Shropshire, durch die Schiefer von Tremadoc in Nordwales, sowie durch die schwarzen Schiefer am westlichen Abhange der Malvern-Hills repräsentirt,

und verdient mit Recht als eine besondere Gruppe betrachtet zu werden, weil in ihren Schichten die Ueberreste der primordialen Fauna (S. 314) begraben sind.

Die Stiper-Stones bilden eine der merkwürdigsten Erscheinungen in der Topographie Englands; gleich einer Reihe von Ruinen ziehen diese Felsenkämme an 10 engl. Meilen weit fort, in der Richtung von NNO. nach SSW.; sie bestehen aus kieseligem Sandstein und Quarzit, mit Zwischenlagen von sandigem Schiefer; die Schichten sind bald dünn, bald einige Fuss stark, zeigen auf ihrer Oberfläche oft Wellenfurchen (I, 467), fallen 60—70° in WNW., und erreichen eine Gesammt-Mächtigkeit von 800 bis 1000 Fuss. Von organischen Ueberresten kennt man Fucoiden, Annelidenröhren (*Scolecolithus linearis Hall*) und nach oben zahlreiche Fragmente einer noch nicht bestimmten Species von *Lingula*. Das ganze Schichtensystem dieser sogenannten Lingula-flags der Stiperfelsen liegt in concordanter Lagerung auf den cambrischen Gesteinen des Longmynd.

In Nordwales werden diese Lingula-flags durch die Tremadoc-Schiefer vertreten; hellgraue, glänzende, etwas sandige Schiefer, welche von schwarzen Schiefern getragen und bedeckt werden, und zu beiden Seiten der cambrischen Axe von Harlech auftreten. Die wichtigsten Fossilien dieser Schiefer sind *Lingula Davisii MCoy*, *Agnostus pisiformis Brong.* und *Olenus micrurus Salt.*; stellenweise ist auch der Phyllopod *Hymenocaris vermicauda Salt.* ziemlich häufig vorgekommen, während *Paradoxides Forchhammeri Ang.* nur ein Mal gefunden worden ist; bei Bangor kennt man auch Fucoiden, z. B. *Chondrites acutangulus* und die seltsame *Cruziana semiplicata Salt.* — In den oberen, dunkelgrauen und schwarzen Schiefern fanden sich, ausser *Lingula Davisii* und *Agnostus*, auch noch *Conocephalites invitus Salt.*, *Ellipsocephalus depressus, Olenus alatus Beck*, eine kleine *Orthis* und der Fucoid *Dictyonema Hisingeri Göpp.*

Auch an der Westseite der Malvern-Hills in Herefordshire kennt man ähnliche Schichten; in dem Sandsteine von Hollybush, dem tiefsten der dortigen sedimentären Gesteine fand sich ein Annelid, *Trachyderma antiquissimum Salt.*; in den darüber liegenden schwarzen Schiefern aber kommen *Dictyonema Hisingeri, Olenus humilis Phill.*, *O. bisulcatus Phill.*, *O. scarabaeoides Wahlb.* und *Agnostus pisiformis* vor.

Anm. Diese tiefste Gruppe der englischen Silurformation ist es, welche Lyell mit der cambrischen Formation vereinigt; auch dürften sich wohl eben so viele Gründe für, wie gegen diese Vereinigung geltend machen lassen, dafern man die cambrische Formation überhaupt, als die erste fossilhaltige, und durch eine eigenthümliche Fauna charakterisirte Sedimentformation aufrecht erhalten will.

2. Llandeilo-Gruppe. Obgleich diese Gruppe nach der Stadt Llandeilo in Carmarthenshire benannt ist, so zeigt sie sich doch am deutlichsten aufgeschlossen in Shropshire, an der Westseite der Stiperfelsen, gegen Montgomery hin, weshalb wir sie erst nach ihrer dortigen Ausbildungsweise betrachten, dann aber einige Bemerkungen über ihre Verhältnisse in Südwales und Nordwales mittheilen wollen.

An die Sandsteine der Stiperfelsen lehnen sich in völlig concordanter Lagerung graue, etwas glimmerhaltige, plattenförmige Grauwacken an, welche mit mehr schieferigen und dunkler gefärbten Schichten abwechseln, und eine summarische Mächtigkeit von 3000 Fuss erreichen. Es sind ihnen oft plutonische Gesteine eingeschaltet, auch setzen viele Bleierzgänge in ihnen auf, welche schon von den Rö-

mern bebaut wurden. In diesen Schichten kommen vielorts zahlreiche Fossilien vor, von denen die häufigsten folgende sind:

Cladograpsus geminus His.	*Theca simplex Salt.*
Krinoidenfragmente.	*Orthoceras Avelinii Salt.*
Lingula plumbea Salt.	. . . . . . *encrinale Salt.*
Cucullella anglica Salt.	*Aeglina binodosa Salt.*
Redonia complanata Salt.	*Trinucleus Murchisoni Salt.*

Ausserdem finden sich noch *Illaenus perovalis*, *Ogygia Selwynii, Orthis alata*, *O. calligramma, Diplograpsus pristis, Cladograpsus Murchisoni* u. a.

Ueber diesen tieferen Schichten folgt ein sehr mächtiges System von dunkelgrauen und blaulichen Grauwacken (*flagstones*), als die eigentliche Hauptmasse der Llandeilo-Gruppe, welche dort überhaupt, einschliesslich der plutonischen Einlagerungen, eine Mächtigkeit von 14000 Fuss erlangt. Diese Schichten enthalten viele Trilobiten, besonders *Asaphus tyrannus, A. Powisii*, *Ogygia Buchii*, auch Graptolithen und andere sehr charakteristische Formen.

Bei Llandeilo in Carmarthenshire ist die Llandeilo-Gruppe an 4000 Fuss mächtig, und besteht nach unten aus schwarzen Schiefern, nach oben aus dunkelfarbigen, plattenförmigen Sandsteinen, welche bisweilen glimmerhaltig, oft aber kalkig und dann von Kalkspathadern durchzogen sind, ja weiter aufwärts sogar in dunkelgraue, thonige Kalksteine übergehen, welche in anderen Gegenden, wie z. B. bei Llandewi-Felfrey in Pembrokeshire, recht mächtig werden. Als vorzüglich charakteristische Fossilien dieser Gesteine führt Murchison die folgenden Species auf, unter denen namentlich die beiden Trilobiten *Asaphus tyrannus* und *Ogygia Buchii* besonders hervorzuheben sind:

Monograpsus lobiferus MCoy.	*Beyrichia complicata Salt.*
. . . . *tenuis Portl.*	*Agnostus Maccoyii Salt.*
Diplograpsus teretiusculus His.	*Ogygia Buchii Brong.*
Cladograpsus Murchisoni Beck	. . . . *Portlockii Salt.*
Nebulipora favulosa Phill.	*Stygina Murchisoniae Murch.*
Lingula attenuata Sow.	*Asaphus tyrannus Murch.*
. . . . *granulata Phill.*	*Trinucleus fimbriatus Murch.*
. . . . *Ramsayi Salt.*	. . . . . *Lloydii Murch.*
Orthis alata Sow.	. . . . . *concentricus Eaton* *).
. . . *striatula Emmons*	*Calymene brevicapitata Portl.*
Siphonotreta micula MCoy	. . . . . *duplicata Murch.*

Hier wie in Pembrokeshire werden diese Gesteine unmittelbar von der Caradoc- oder Bala-Gruppe bedeckt; allein nordöstlich von Llandeilo, zwischen Builth und Llandegley, da lagert die Wenlock-Gruppe unmittelbar über der Llandeilo-Gruppe.

Bei Tremadoc und an anderen Orten in Nordwales besteht diese Gruppe sehr vorwaltend aus Schiefern, welchen stellenweise plutonische Gesteine eingelagert sind; die Schiefer sind im Allgemeinen arm an organischen Ueberresten, werden aber durch sie dennoch als Aequivalente der Llandeilo-Gruppe charakterisirt, obgleich die so ausgezeichneten Formen *Asaphus tyrannus* und *Ogygia Buchii* bis jetzt in diesen Gegenden noch nicht gefunden worden sind. Als einige der gewöhnlichsten Formen nennt Murchison die folgenden Species:

Diplograpsus pristis His.	*Orthis calligramma Dalm.*
Lingula Davisii MCoy.	. . . . *remota Salt.*

*) Diese ist dieselbe Species, welche früher von Murchison als *Trinucleus Caractaci* aufgeführt wurde.

Theca vaginula Salt.	*Trinucleus Gibbsii Salt.*
Angelina Sedgwickii Salt.	*Aeglina grandis Salt.*
. . . . . *subarmata Salt.*	*Agnostus pisiformis Brong.*
Ogygia scutatrix Salt.	*Calymene parvifrons Salt.*
. . . . *Selwynii Salt.*	*Homalonotus bisulcatus Salt.*

Uebrigens bemerkt Murchison ausdrücklich, dass sich nicht überall zwischen der Llandeilo-Gruppe und der Caradoc-Gruppe eine scharfe Gränze ziehen lasse, wie denn überhaupt nur den beiden grossen Abtheilungen der Unter- und der Obersilurformation eine allgemeinere Bedeutung zugestanden werden könne, während die Unter-Abtheilungen, selbst in Grossbritannien, oft nur einen lokalen Werth haben.

3. Caradoc-Gruppe. Sie ist ursprünglich in Shropshire, später aber auch in Nordwales nachgewiesen worden, und hat ihren Namen deshalb erhalten, weil sie in Shropshire, wo sie an 2500 F. mächtig ist, eine an der Grünsteinkette des Caradoc angelehnte Bergreihe bildet. Sie erscheint wesentlich als eine Sandsteinbildung, deren Gesteine oft eine grosse Aehnlichkeit mit denen des *old-red-sandstone* oder auch mit dem Rothliegenden Teutschlands zeigen. Ausser in Shropshire ist sie auch in Radnorshire, Montgomeryshire, Merionetshire und Denbighshire bekannt.

Während auf der Westseite des Longmynd eine stetige Reihenfolge aus der cambrischen Formation bis in die Llandeilo-Gruppe vorliegt, so vermisst man auf der Ostseite desselben die Aequivalente der beiden untersten Gruppen der Silurformation. Statt ihrer ragt dort die Grünsteinkette des Caer-Caradoc auf, jenseits welcher sogleich die nach ihr benannte Sandsteinbildung beginnt, auf welcher weiterhin die Wenlock-Gruppe aufliegt; und, wie westlich von dieser Kette alle Schichten steil nach WNW. einfallen, so zeigen sie östlich von derselben eine Einsenkung nach Südosten. Diese Verhältnisse beweisen, dass die Grünsteinkette des Caradoc einer grossen Dislocations-Spalte folgt, auf deren westlicher Seite eine weit gewaltigere und tiefer heraufwirkende Erhebung Statt fand, als auf der östlichen Seite.

Ein sehr lehrreiches Profil der Caradoc-Gruppe ist dasjenige, welches vom Lawley bis nach Ape-Dale reicht. An die Grünsteinmasse des Lawley lehnt sich, anfangs mit sehr steilem und dann mit allmälig immer flacherem Fallen folgendes Schichtensystem an:

α. Sandiger Schiefer von nicht sehr grosser Mächtigkeit;
β. Hellgelber kieseliger Sandstein, welcher den Hoar-Edge bildet, und durch grosse Steinbrüche aufgeschlossen ist;
γ. Weicher Schiefer, bedeutend mächtiger als der bei α;
δ. Sandstein, meist roth, doch auch braun, gelb, grünlich, oft bunt, dabei so reich an Fossilien, dass er mitunter zu einem sandigen Kalkstein wird, und als ein wahrer Muschelsandstein (*shelly-sandstone*) erscheint;
ε. Plattenförmiger Sandstein, ebenfalls sehr reich an Fossilien;
ζ. Schiefer mit *Trinucleus concentricus*.

Ein anderes, nicht minder lehrreiches Profil ist im Thale des Onny, zwischen Wistantow und Horderly entblöst; auch dort sind es meist rothe, auch braune und gelbe, oder bunte, z. Th. fast in Kalkstein übergehende Sandsteine, welche oft einen grossen Reichthum an organischen Ueberresten beherbergen. Als die wichtigsten und vorzüglich charakteristischen Formen hebt Murchison die folgenden hervor:

Monograpsus priodon Gein.
Diplograpsus pristis His.
Nebulipora lens MCoy.
Orthis testudinaria Dalm.
. . . . *vespertilio Sow.*
. . . . *elegantula Dalm.*
. . . . *flabellulum Sow.*
. . . . *Actoniae Sow.*
. . . . *calligramma Dalm.*
Strophomena tenuistriata Orb.
. . . . *grandis Sow.*
. . . . *expansa Sow.*
. . . . *spiriferoides MCoy.*
Leptaena sericea Sow.
Orthonota nasuta Conr.
Modiolopsis orbicularis Sow.
. . . . . . *obliqua Sow.*
. . . . . . *modiolaris Conr.*
Bellerophon bilobatus Sow.
. . . . . . *nodosus Salt.*
. . . . . . *acutus Sow.*
Tentaculites anglicus Salt.
Calymene Blumenbachii Brong.
Homalonotus bisulcatus Salt.
Phacops truncato-caudatus Portl.
. . . . *conophthalmus Eichw.*
. . . . *apiculatus Salt.*
Trinucleus concentricus Eaton.
. . . . . *seticornis His.*

Seit man die Fossilien von Bala und vom Snowdon in Nordwales bestimmt hat, ist die Identität der dortigen Gesteins-Ablagerungen mit der Caradoc-Gruppe erkannt worden. An der Ostseite der Berwyns-Berge sieht man, wie die wenig geneigten Llandeiloflags, mit *Asaphus tyrannus* und anderen Trilobiten, bei dem Städtchen Llanrhaiadr von dem stark geneigten und dislocirten, muschelreichen Caradocsandstein der Thäler des Tanat und Ffyrnwy in discordanter Lagerung bedeckt werden. Diese letzteren Schichten sind aber ihren organischen Ueberresten nach identisch mit den Schiefern, welche den Snowdon (3571 engl. F.), diesen höchsten Gipfel Englands, bilden. Die Sandsteine, Schiefer und Kalksteine der Gegend von Bala in Nordwales sind also die vollkommenen Aequivalente des Muschelsandsteins von Shropshire; es findet sich dort kaum eine Species, die nicht auch in Shropshire bekannt wäre.

Aber freilich greifen dort plutonische Bildungen vielfach in die Untersilurformation ein; theils sind sie den Schichten derselben regelmässig eingeschaltet, theils treten sie in regellosen Massen auf. Schon in Radnorshire, zwischen Llandegley und Llandrindod sieht man viele Lager von Feldspathporphyr zwischen Grauwacken und schwarzen Schiefern, welche Graptolithen und *Ogygia Buchii* enthalten; so zumal in den Gellin-Hills. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich in Nordwales, z. B. bei Festiniog; auch am Cader-Idris bei Dolgelly wechseln mächtige Lager von Porphyr mit den untersilurischen Schiefern. Am Snowdon werden die Lingulaflags und die Llandeiloschiefer von Grünsteingängen durchsetzt; über ihnen liegen die blaulichgrauen und bräunlichen Sandsteine und Schiefer, welche der Caradoc-Gruppe angehören, mit mächtigen Schichten von plutonischen Tuffen abwechseln und von eruptiven Massen schräg durchschnitten werden. Aber sogar die Schiefer und Sandsteine am Gipfel des Snowdon sind gleichzeitige Gebilde mit jenen Sandsteinen des Hügellandes an der Ostseite des Caer-Caradoc.

II. Mittelsilurformation.

1. Llandovery-Gruppe. Die Schichten, welche diese Gruppe bilden, wurden früher von Murchison, als die obere Abtheilung der Caradoc-Gruppe, mit zu der Untersilurformation gerechnet. Später erkannte man, dass sie zwar nach unten sehr viele untersilurische, nach oben sehr viele obersilurische Fossilien enthalten, ausserdem aber durchgängig und ganz vorzüglich durch gewisse Species von *Pentamerus* und *Petraia*, sowie durch den Mangel fast aller, in den älteren Etagen bekannten Trilobiten ausgezeichnet sind. Diess bestimmte Murchison, sie als eine selbständige Gruppe zwischen der Unter- und

Obersilurformation, gewissermaassen als ein Verbindungsglied zwischen diesen beiden Hauptabtheilungen der ganzen Formation, einzuführen.

Diese Gruppe ist besonders bei Llandovery in Südwales entwickelt, und besteht dort zu unterst aus Conglomeraten, auf welche dann Sandsteine und Schiefer folgen. Vollständig, d. h. mit einer unterscheidbaren unteren und oberen Abtheilung, ist sie freilich bis jetzt nur bei Noeth-Grüg, östlich von Llandovery, erkannt worden, während ausserdem in Südwales nur die untere Abtheilung nachzuweisen war. Sie liegt dort mit concordanter Lagerung zwischen der Caradoc-Gruppe und Wenlock-Gruppe. In Radnorshire, Shropshire und Herefordshire kennt man dagegen nur die obere Abtheilung, für welche dort, wie für die ganze Gruppe in Südwales, die folgenden Formen als ganz vorzüglich charakteristisch aufgeführt werden:

Petraia subduplicata MCoy	*Rhynchonella decemplicata Sow.*
Pentamerus lens Sow.	*Atrypa hemisphaerica Sow.*
. . . . . . *oblongus Sow.*	*Spirigerina reticularis Lin.*
. . . . . . *liratus Sow.*	*Holopella cancellata Sow.*
. . . . . . *undatus Sow.*	*Bellerophon trilobatus Sow.*
Strophomena compressa	*Encrinurus punctatus Emmr.*

Ausserdem erscheinen noch viele Species sowohl aus der unteren, als auch aus der oberen Silurformation*). Obwohl also durch gewisse Species mit diesen beiden Hauptabtheilungen verbunden hat doch die Fauna der Llandovery-Gruppe im Ganzen eine eigenthümliche Facies. Die zahlreichen Trilobiten sind verschwunden, bis auf wenige, unter denen sich theils eigenthümliche theils auch obersilurische befinden; Graptolithen sind selten; die vorwaltenden Korallen, Brachiopoden und Conchiferen unterscheiden sich nur wenig von jenen der tieferen Schichten, während neue dazutreten. Die vorwaltend sandige Beschaffenheit der ganzen Gruppe mag wenigstens zum Theil diese paläontologische Eigenthümlichkeit erklären. Aus allen diesen Verhältnissen ergiebt sich aber, dass eine scharfe paläontologische Trennung der Unter- und Obersilurformation nicht mehr durchzuführen ist, da die Llandovery-Gruppe einen Uebergang zwischen beiden vermittelt; *Siluria, 2. ed. p. 236.*

An der Westseite der Malvern-Hills lehnt sich die obere Abtheilung der Llandovery-Gruppe unmittelbar an die primordiale Gruppe an; sie ist dort 600 Fuss mächtig, besteht wesentlich aus Sandstein und etwas Kalkstein, und enthält die oben genannten charakteristischen Species nebst einigen anderen. Am May-Hill und Huntley-Hill in Gloucestershire findet sich derselbe Pentamerus-Sandstein, zugleich mit rothen und grünen Schiefern; aber dort scheinen diese Gesteine unmittelbar an cambrischen Schichten anzuliegen. Die östlichsten Puncte, an denen die Schichten der Llandovery-Gruppe sichtbar werden, sind die Lickey-Hills in Worcestershire und die Gegend von Barr in Staffordshire.

III. Obersilurformation.

Diese Abtheilung der Formation besteht vorwaltend aus Schiefern, welchen jedoch in den typischen Regionen von Shropshire und Herefordshire einige Kalkstein-Etagen eingeschaltet sind, deren Ausstriche und deren zahlreiche Fossilien die normale Gliederung der Obersilurformation leicht und sicher erkennen lassen. Es sind diess die Kalksteine von Woolhope, von Wenlock und

*) Wir verweisen wegen dieser und andrer Fossilien auf die Mittheilungen von Murchison in *Siluria, 2. ed. p. 227—236.*

Aymestry. Die Schichten bis zum Wenlock-Kalkstein, ihn selbst mitgerechnet, bilden die Wenlock-Gruppe; die höher aufwärts liegenden Schichten bis zum Tilestone bilden die Ludlow-Gruppe. In Nordwales haben die tiefsten Glieder ein sehr abweichendes Ansehen von den gleichalten Gesteinen in Shropshire und Herefordshire; so sind den Schiefern oft Sandsteine eingeschaltet, wie in Denbighshire, während die Kalksteine fehlen; aber die Identität der organischen Ueberreste dient auch dort zum Anhalten.

Die typische Zusammensetzung der Obersilurformation ist ganz vorzüglich schön in dem ringförmigen Erhebungsthale von Woolhope, unweit Hereford aufgeschlossen, dessen Profil der nachfolgende Holzschnitt darstellt.



Profil des Erhebungsthales von Woolhope.

2. Llandoverysandstein.
3. Wenlockschiefer mit Woolhopekalk.
4. Wenlock-Kalkstein.
5. Unterer Ludlowschiefer.
6. Aymestrykalkstein.
7. Oberer Ludlowschiefer.

Den mittleren Theil dieses Circus nimmt der im Haugh-Wood aufragende Sandstein der Llandovery-Gruppe ein, welchen die verschiedenen obersilurischen Schichtensysteme mantelförmig umgeben, unter denen der Wenlock-Kalkstein besonders interessant ist, wie aus der folgenden speciellen Betrachtung dieser Schichtensysteme hervorgeht.

5. Wenlock-Gruppe. Sie zerfällt wesentlich in zwei Glieder, nämlich in den Wenlock-Schiefer, welchem oftmals ein Kalksteinlager, der Woolhopekalkstein, untergeordnet ist, und in den Wenlock-Kalkstein, welcher seine hauptsächliche Entwickelung in Shropshire gefunden hat. Dort tritt nämlich zwischen der Severn und dem Onny ein scharfer, an 20 engl. Meilen weit geradlinig fortlaufender Bergkamm auf, Wenlock-edge genannt, eine der auffallendsten Erscheinungen in der Topographie der ganzen Gegend. Dieser Kamm wird von einer, bis 300 Fuss mächtigen Kalksteinzone gebildet, welche ausserordentlich reich an wohlerhaltenen Fossilien ist, aber von der weit mächtigeren Schiefer-Ablagerung getragen wird, so dass die Totalmächtigkeit dieser unteren Gruppe der Obersilurformation wohl auf 1200 Fuss veranschlagt werden kann, während solche in Wales, wo die Kalksteine fehlen, bisweilen über 2000 Fuss erreicht. Im Thale von Woolhope bildet dieser Wenlock-Kalkstein einen elliptischen Kamm rings um den Haugh-Wood, von welchem er durch ein ringförmiges Thal getrennt wird, dessen Sohle und äusseres Gehänge aus Schiefer besteht. Auch östlich von Wenlock-edge ragt derselbe Kalkstein in dem malerischen Felsen von Dudley-Castle auf.

a. Wenlock-Schiefer. Er ist das mächtigste und aushaltendste Glied der ganzen Gruppe; meist ein grauer, bisweilen auch schwarzer Schiefer, welchem nach unten der Woolhope-Kalkstein eingelagert ist, der freilich in manchen Gegenden gänzlich fehlt, oder nur durch einzelne Kalkstein-Nieren vertreten wird. Dieser Schiefer ist besonders gut an den Ufern der Severn bei Coalbrook-Dale entblöst, von wo aus er sich am nordwestlichen Fusse der Wenlock-edge fortzieht. Die Fossilien sind meist kleine Brachiopoden aus den Gattungen *Orthis*, *Stropho-*

mena, Leptaena, Spirigerina und *Rhynchonella*; die wichtigsten Formen sind aber überhaupt folgende:

Monograpsus priodon	*Nucula*, mehre Species
Mehrere Korallen des Wenlockkalk	*Cardiola interrupta*
Orthis biloba	*Euomphalus funatus*
. . . *hybrida*	. . . . . . *alatus*
. . . *rustica*	*Capulus haliotis*
. . . *elegantula*	*Bellerophon Wenlockensis*
Strophomena pecten	. . . . . . *dilatatus*
. . . . *depressa*	*Turbo cirrosus*
Leptaena laevigata	*Theca Forbesii*
. . . . . *transversalis*	. . . *anceps*
Pentamerus linguifer	*Orthoceras primaevum*
Spirigerina marginalis	. . . . . . *subundulatum*
. . . . . . *reticularis*	*Phragmoceras sp.*
Rhynchonella rotundata	*Lituites articulatus*
. . . . *depressa*	. . . . *Biddulphi*
. . . . *Stricklandi*	*Encrinurus punctatus*
. . . . *deflexa*	. . . . . . *variolaris*
. . . . *sphaerica*	*Calymene Blumenbachii*
. . . . *navicula*	. . . . . *tuberculosa*
Avicula, mehre Species	*Phacops caudatus.*

Was den Woolhope-Kalkstein betrifft, so wird derselbe in Shropshire allerdings nur durch Kalkstein-Nieren angezeigt, welche in einem bestimmten Niveau des Schiefers vorkommen. Allein unweit Presteign in Radnorshire liegt in den schwarzen Schiefern ein mächtiges Kalksteinlager, welches weiter südlich bei Old-Radnor eine grosse Verbreitung gewinnt, und dort durch eruptive Gesteine stellenweise in krystallinischen Marmor umgewandelt erscheint. Eben so tritt er sehr schön in dem Erhebungsthale von Woolhope auf, wo überhaupt die ganze Reihenfolge der Obersilurformation trefflich entblöst ist. Dort liegt der Kalkstein nahe an der Basis der Schiefer, und gewinnt, obgleich er nur 30 bis 40 Fuss mächtig ist, bei der flachen Lage seiner Schichtung dennoch eine ziemliche Verbreitung. Die ihn charakterisirenden Fossilien sind besonders:

Orbicula Forbesii	*Spirifer elevatus*
Spirigerina reticularis	*Euomphalus sculptus*
Rhynchonella Wilsoni	*Orthoceras annulatum*
Leptaena transversalis	*Homalonotus delphinocephalus*
Strophomena imbrex	*Bumastus Barriensis*
. . . . *pecten*	*Phacops caudatus*
. . . . *depressa*	

An den Malvern-Hills und am May-Hill ist dieser Kalkstein gleichfalls nur durch Lagen von Kalkstein-Nieren angezeigt.

b. Wenlock-Kalkstein. Nach oben und unten besteht diese Bildung aus Kalkstein-Nieren, welche im Schiefer liegen; in der Mitte aber wird die Hauptmasse des Lagers von mächtigen Schichten eines hellgrauen, dichten bis feinkörnigen, z. Th. thonigen Kalksteins gebildet, welcher oft sehr grosse, ja bisweilen colossale Concretionen eines reineren, weit krystallinischeren und ungeschichteten Kalksteins umschliesst. Diese merkwürdigen Concretionen werden von den Steinbrechern Ballstones genannt, sind oft erfüllt mit weissen Kalkspathadern, und treten innerhalb des geschichteten Kalksteins und Schiefers dergestalt auf, dass sich die Schichten derselben entweder um sie herumwinden, oder auch an ihnen ab-

stossen. Sie erreichen über 80 Fuss im Durchmesser, und einer der grössten dieser Ballstones, der Ippikins-rock südwestlich von Wenlock, bildet einen hoch aufragenden Hügel. Wie mächtig übrigens dieser Kalkstein in der Gegend von Wenlock ist, so verschmälert er sich doch bald gegen Südwesten, wird weiterhin nur noch durch Lagen von Kalkstein-Nieren repräsentirt, und gelangt in Radnorshire gänzlich zur Auskeilung. Auch in Brecon, Carmarthen und Pembroke ist er kaum nachzuweisen, während er an den Malvern-Hills und am May-Hill, bei Woolhope und Dudley sehr gut ausgebildet ist. Die wichtigsten Fossilien des Wenlock-Kalksteins, welche am leichtesten bei Coalbrook-Dale gesammelt werden können, sind aber die folgenden:

Alveolites Labechii
Stenopora fibrosa
Heliolites interstinctus
. . . . *tubulatus*
. . . . *petaliiformis*
Calamopora alveolaris
. . . . . . *Gottlandica*
. . . . . . *cristata*
. . . . . . *oculata*
Coenites juniperinus
Syringopora bifurcata
Omphyma turbinata
. . . . . *subturbinata*
Halysites catenulatus
Cyathophyllum truncatum
. . . . *articulatum*
Acervularia ananas
Periechocrinus moniliformis
Strophomena depressa
. . . . *euglypha*
. . . . *filosa*
Pentamerus galeatus
Spirifer plicatellus
. . . . *trapezoidalis*
. . . . *crispus*
. . . . *elevatus*
Orthis rustica
. . . *elegantula*
. . . *hybrida*
Leptaena transversalis
. . . . . *laevigata*
Spirigerina reticularis
Spirigerina marginalis
Retzia cuneata
. . . *Salteri*
Rhynchonella borealis
. . . . *Wilsoni*
. . . . *nucula*
Orthonota cingulata
Avicula reticulata
Pterinea retroflexa
. . . . *planulata*
Euomphalus carinatus
. . . . . . *sculptus*
. . . . . . *discors*
. . . . . . *funatus*
. . . . . . *rugosus*
Bellerophon dilatatus
. . . . . . *Wenlockensis*
Tentaculites ornatus
Conularia Sowerbyi
Orthoceras annulatum
. . . . . *Brightii*
Calymene Blumenbachii
Encrinurus punctatus
. . . . . *variolaris*
Phacops Downingiae
. . . . *Stockesii*
. . . . *caudatus*
Acidaspis Brightii
Cheirurus bimucronatus
Bumastus Barriensis
Homalonotus delphinocephalus
Cornulites serpularius

6. Ludlow-Gruppe. Diese Gruppe ist gewissermaassen als eine Fortsetzung jener schieferigen Gesteine zu betrachten, welche schon die Wenlock-Gruppe so vorherrschend zusammensetzen; nur ist ihnen oftmals ein dunkelgrauer thoniger Kalkstein eingelagert; auch werden die Schiefer nach oben sehr sandig, und gehen endlich in Sandsteine über, welche einen Anschluss an den *old-red-sandstone* vermitteln. Diese vollständige Ausbildung ist sehr gut bei Ludlow-Castle und in den Bergen zu beiden Seiten des Thales von Wigmore zu beobachten. Allein von dort aus nach Südwesten verschmälert

sich der Kalkstein; in Herefordshire erscheint er nur noch als ein kalkiger Sandstein, und in Radnorshire ist er gänzlich verschwunden. Wo aber dieser Kalkstein vorhanden ist, da begründet er eine Eintheilung der ganzen Gruppe in drei Etagen, welche sich nach ihrer vorwaltenden Gesteinsbeschaffenheit als unterer Ludlowschiefer, Aymestrykalkstein und oberer Ludlowschiefer bezeichnen lassen; auf diese letzteren folgt noch der sogenannte Tilestone, eine wesentlich aus Sandstein bestehende Etage, mit welcher die Silurformation Englands zu Ende geht.

a. Unterer Ludlowschiefer; (*lower Ludlow-Rock*). Hellgraue und dunkelgraue bis schwarze, thonige, selten glimmerhaltige Schiefer, welche nach oben kalkig und plattenförmig sind, weshalb sie daselbst als Platten gebrochen werden, während sie in der Mitte und nach unten keinen brauchbaren Stein liefern, oft aber Nieren eines schwarzen thonigen Kalksteins umschliessen. Eine Lage von fettem Thon (Walkerde) beschliesst stellenweise diese Etage und giebt nicht selten Veranlassung zu bedeutenden Bergschlipfen, wie z. B. bei Palmer's Cairn südwestlich von Ludlow. Als einige der wichtigsten Fossilien nennt Murchison:

Monograpsus priodon	*Orthonota rigida*
Lingula lata	*Murchisonia Lloydii*
Pentamerus galeatus	*Orthoceras Ludense*
Strophomena depressa	. . . . . . *filosum*
. . . . *euglypha*	. . . . . . *subundulatum*
Leptaena laevigata	*Lituites giganteus*
Spirigerina reticularis	*Phragmoceras ventricosum*
Rhynchonella Wilsoni	*Gomphoceras pyriforme*
Cardiola interrupta	*Calymene Blumenbachii*
. . . . *striata*	*Phacops longicaudatus**)

b. Aymestrykalkstein. Dunkel blaulichgrauer bis fast indigoblauer, thoniger und unreiner, jedoch zu hydraulischem Cäment sehr brauchbarer Kalkstein, welcher an 50 Fuss mächtig und am schönsten bei Aymestry, auch mehr oder weniger von da bis nach Wenlock entblöst ist, in Radnor, Brecon und Carmarthen aber gänzlich vermisst wird; besonders häufig sind:

Lingula Lewisii	*Spirigerina reticularis*
Pentamerus Knightii	*Rhynchonella Wilsoni*
Strophomena euglypha	*Pterinea Sowerbyi*

Ausserdem kommen aber auch noch viele Korallen, Conchylien und Trilobiten des Wenlock-Kalksteins vor.

c. Oberer Ludlowschiefer; (*upper Ludlow-Rock*). Nach unten sehr thonige und leicht zerwitternde, daher schlammähnlich erscheinende und *mudstone* genannte Schiefer, oft ganz erfüllt mit *Rhynchonella navicula*, und fast 100 engl. Meilen weit mit denselben Eigenschaften zu verfolgen; darüber dünnschichtige, kalkigthonige Sandsteine und sandige Schiefer, oft mit Wellenfurchen auf den Schichtungsflächen, ähnlich dem Macigno Italiens, und reich an Versteinerungen, unter denen besonders die folgenden häufig vorkommen:

Stenopora fibrosa	*Chonetes lata*
Discina rugata	*Orthis elegantula*

*) Bei Leintwardine sind auch Seesterne, z. B. *Protaster Miltoni*, *Palaeocoma Martsoni* und *Colvini*, sowie der seltsame, bis 8 Fuss lange Krebs *Pterygotus punctatus* gefunden worden.

Orthis lunata	*Pterinea retroflexa*
Rhynchonella nucula	*Cyclonema corallii*
. . . . *navicula*	. . . *octavius*
Leptaena laevigata	*Murchisonia corallii*
Orthonota amygdalina	*Homalonotus Knightii*
Goniophora cymbaeformis	*Beyrichia Klödeni*
Pterinea lineatula	*Serpulites longissimus*

Endlich folgen hellfarbige, grünlich- oder blaulichgraue, auch gelbliche, bald sehr thonige, bald sehr kalkige, dünnschichtige Sandsteine, welche von Mollusken unter anderen *Lingula cornea, Discina rugata, Chonetes striatella, Orthonota amygdalina, Pterinea lineatula, Trochus helicites* und *Bellerophon globatus* enthalten. Einige schmale Lagen sind sehr reich an Ueberresten von Fischen, deren Schuppen, Zähne, Kinnladen, Ichthyodoruliten und Koprolithen stellenweise zu einer förmlichen Knochenbreccie angehäuft sind, und den Gattungen *Onchus, Plectrodus* u. a. angehören; mit ihnen zugleich fanden sich auch Ueberreste von *Pterygotus*; andere Schichten enthalten viele Abdrücke von Fucoiden.

d. Tilestone. Diese Etage, welche früher als das unterste Glied des *old-red-sandstone* betrachtet wurde, erstreckt sich von Shropshire durch Herefordshire, Radnorshire und Breconshire bis Carmarthen; sie besteht hauptsächlich aus harten, glimmerigen und quarzigen, plattenförmigen Sandsteinen von grünlicher oder rother Farbe, welche mit rothem Schieferletten abwechseln, daher das Ganze einen rothen Boden liefert. Ausser vielen anderen obersilurischen Fossilien enthält sie auch Ueberreste von Fischen und bei Downton-Castle selbst Spuren von Landpflanzen*).

Anm. Banks hat gezeigt, dass die oben erwähnte Knochenbreccie bei Kington von anderen Schichten mit *Chonetes lata, Orthonota amygdalina, Lingula cornea* und *Trochus helicites* bedeckt wird, über denen wiederum Schichten mit Fischresten und mit *Pterygotus* folgen. Eben so fand Lightbody bei Ludlow über der Knochenbreccie Schichten, in denen der colossale *Pterygotus anglicus, Anchenaspis Salteri, Cephalaspis ornatus* und *Eurypterus pygmaeus* vorkommen. Endlich sind bei Ludlow am rechten Ufer der Teme, als die obersten silurischen Schichten, graue glimmerige Sandsteine mit *Plectrodus mirabilis, Onchus Murchisoni, Cephalaspis Murchisoni* und *Lingula cornea* nachgewiesen worden.

Auch in Cornwall sind an der Südküste, bei Gorran Haven und an anderen Puncten, silurische Schichten nachgewiesen worden; quarzige Sandsteine mit *Orthis calligramma, O. flabellulum, O. elegantula, O. testudinaria, Strophomena grandis, Homalonotus bisulcatus, Calymene brevicapitata* und *Phacops apiculatus,* also mit ächten untersilurischen Fossilien; Sedgwick hat jedoch gezeigt, dass dort eine Umkehrung der Lagerung Statt findet, indem diese silurischen Schichten über den devonischen liegen.

In Westmoreland und Cumberland, sowie in den angränzenden Theilen von Lancashire und Yorkshire, ist die silurische Formation in ganz ausserordentlicher Mächtigkeit ausgebildet, erscheint aber in ihren tieferen Schichten stark metamorphosirt; eine am Skiddaw vorkommende, Graptolithen und Fucoiden führende Schieferzone scheint die primordiale Gruppe zu reprä-

*) Also an der obersten Gränze der Silurformation sind, nicht allein an dem genannten Orte, sondern auch im Clun-Forest in Shropshire doch schon die ältesten Ueberreste von Landpflanzen entdeckt worden.

sentiren, während der weit höher aufwärts folgende Kalkstein von Coniston und die ihn bedeckenden Schichten nach ihren Fossilien als das Aequivalent der Caradoc-Gruppe, die weiter nach Süden und Südosten folgenden Ablagerungen endlich, trotz ihrer verschiedenen petrographischen Beschaffenheit, als die unzweifelhaften Aequivalente der Wenlock- und Ludlow-Gruppe erkannt worden sind. Sogar der Tilestone ist dort vorhanden mit seinen charakteristischen Fossilien, unter denen sich auch grosse Crustaceen der Gattungen *Ceratiocaris* und *Eurypterus* befinden.

Silurformation in Schottland.

Die 30 geogr. Meilen lange, und 5 bis 6 Meilen breite Gebirgskette der South-Highlands, welche sich in Südschottland von St. Abbs-Head an der Ostküste, bis nach Port-Patrick an der Westküste zieht, besteht aus Grauwacke und Thonschiefer mit untergeordneten Porphyren, einigen Granitinseln und vielen Grünsteingängen, welche Gesteine einen Raum von fast 180 geogr. Quadratmeilen bedecken, und durch die neueren Forschungen von Nicol, Murchison, Sedgwick und Harkness grösstentheils als silurische Bildungen erkannt worden sind. Nur die Axe der ganzen Kette wird von einer mächtigen antiklinen Zone oder von einem Sattel cambrischer Gesteine gebildet.

Die Schichten streichen im Allgemeinen der Kette parallel, von ONO. nach WSW., und fallen auf der Nordseite 60 bis 90° meist nach Norden, auf der Südseite durchaus 30 bis 40° nach Süden; dabei ist in den Schiefern die Schieferung fast immer parallel der Schichtung. Da der *Old-red-sandstone* discordant über diesen Grauwacken und Schiefern liegt, so sind sie offenbar weit älter, und bildeten wahrscheinlich schon festes Land, als jener Sandstein abgelagert wurde. Die Aufrichtung und Faltung ihrer Schichten erklärt Nicol aus den Wirkungen derselben Ursachen, welche die weit nördlich vorliegende Gneiss- und Glimmerschieferkette der Grampians metamorphosirten. Kalksteine sind sehr selten, eben so auch Fossilien, mit Ausnahme der ziemlich häufigen Graptolithen. Aber schon diese wenigen Fossilien beweisen, dass diese Grauwackenbildung Südschottlands silurisch, und zwar grossentheils untersilurisch ist.

Wir entlehnen aus Murchison's *Siluria* (2. *ed. p.* 167—175) die folgenden specielleren Angaben.

Im Teviot-Thale in Roxburghshire ist eine mächtige antikline Schichtenzone entblöst, welche aus fossilfreien Grauwacken und Schiefern der cambrischen Formation besteht, und die Axe des ganzen Gebirgsbaues bildet. Von dort aus nach Norden ist ein langes Profil aufgeschlossen, welches mit Thonschiefer und Alaunschiefer beginnt, von denen Nicol vermuthet, dass sie das Aequivalent der Tremadocschiefer in Nordwales sind; über ihnen folgen andere Schiefer erst mit Anthracitlagern, dann mit Graptolithen und Annelidenspuren, zu denen sich weiter nördlich, im Thale des Tweed, auch Trilobiten gesellen. Mit steilem nördlichem Einfallen setzen diese Schiefer fort bis nach Wrae in Peeblesbire, wo sie ein Kalksteinlager mit *Asaphus tyrannus, Illaenus Bowmanni, Orthis calligramma* und anderen Fossilien der Llandeilo-Gruppe umschliessen, auf welches nochmals Schiefer in grosser Mächtigkeit folgen, bis endlich in der Gegend der Pentland-Hills obersilurische Schichten die ganze Reihe beschliessen.

Ein zweites Profil, an der Ostküste des Landes, beginnt nördlich von Berwick abermals mit der antiklinen cambrischen Axe und lässt nach Nordwesten eine ähnliche Folge von Gesteinen erkennen, unter denen jedoch der Kalkstein vermisst wird.

Ein drittes, längs der Caledonischen Eisenbahn fortlaufendes Profil zeigt bei Dumfries die cambrische Axe, und von dort aus über Moffat nach Abington ein sehr mächtiges System von anthracitführenden und graptolithenreichen Schiefern, welche beständig steil nach Norden einfallen.

Ein viertes Profil, von der Luce-Bay durch Wigtonshire und Ayrshire, entfaltet in der letzteren Grafschaft besonders deutlich die Caradoc-Gruppe und Llandovery-Gruppe, mit ihren bezeichnenden Fossilien, welche einestheils in den Kalksteinlagern, anderntheils in den darüber liegenden feinen Sandsteinen der Thäler des Stinchar und Girvan vorkommen, bis endlich diese älteren Schichten unter dem *Old-red* und der Steinkohlenformation verschwinden. Auf der Südseite der Axe, bei Kirkcudbright, haben sich dagegen eben so wohl bestimmte Aequivalente der Wenlock-Gruppe nachweisen lassen. Besonders interessant sind auch die groben Conglomerate, welche innerhalb dieses Profils in Ayrshire auftreten, und oft zahlreiche, 2 bis 3 Fuss grosse Blöcke von Grauwacke, Lydit, Porphyr, Granit und Grünstein enthalten, zum Beweise, dass schon bei ihrer Bildung Ablagerungen der letztgenannten eruptiven Gesteine vorhanden waren, und dass diese Gesteine schon damals ganz dieselbe Beschaffenheit hatten, mit welcher sie noch heutzutage erscheinen.

Weiter nördlich, bei Lesmahago in Lanarkshire, hat Robert Slimon in den oberen schwarzen Schiefern der Silurformation grosse Crustaceen, als *Pterygotus bilobus, P. maximus, P. lanceolatus* nebst *Lingula cornea* und *Trochus helicites* nachgewiesen. Obgleich diese Species von *Pterygotus* verschieden von denen in England bekannten sind, so liegen doch diese Schiefer unmittelbar unter dem *Old-red*, und so kennt man in den obersten Schichten der Silurformation Livlands und Nordamerikas ähnliche Formen, weshalb es wohl nicht zu bezweifeln ist, dass jene Schiefer von Lesmahago den obersten Ludlowschichten von Shropshire aequivalent sind.

Auch weiter südlich, in Dumfriesshire, ist die Grauwacke das herrschende Gestein; doch enthält sie mehre Zonen von Schieferthon und Anthracit, welche ihr ein ganz besonderes Interesse verleihen, und durch ihre organischen Ueberreste das silurische Alter derselben beweisen. Eine dieser Zonen findet sich nahe am Hartfell, einem der höchsten Berge Südschottlands, und lässt sich von dort aus viele Engl. Meilen weit nach Südwesten verfolgen; der Schieferthon liegt über dem Anthracit, ist theils grau, theils schwarz, und reich an Graptolithen. Eine zweite Zone beginnt bei Birkhill, und zieht sich tief hinein in das Gebiet von Kirkcudbrightshire, so dass sie gewiss auf 50 Meilen weit fortstreicht; ihre Schieferthone sind zum Theil roth, wechseln mit Grauwacke, sind ebenfalls reich an Graptolithen, und halten hier und da Anthracitflötze; eine dritte Zone, welche bei Windfell beginnt, ist nur auf kürzere Distanzen bekannt. Alle drei Zonen laufen einander parallel, fallen nach NNW., und sind wahrscheinlich partielle, durch parallele Verwerfungen hervorgebrachte Repetitionen eines und desselben Schichtensystems (I, 930). — Die Anthracitflötze werden von vielen Quarzadern durchzogen, lassen zwar durchaus keine Pflanzenreste in ihrer Nähe bemerken, dürften aber jedenfalls von Fucoiden abstammen. Harkness vermuthet, dass diese ganze Bildung der Llandeilo-Gruppe zu parallelisiren ist, und berechnet ihre Mächtigkeit auf 30000 Fuss (*Quarterly Journ. VIII*, 395 f.).

Noch müssen wir der, erst in neuester Zeit genauer bekannt gewordenen

Untersilurformation in Sutherland und Ross, also in den nördlichsten Gegenden Schottlands gedenken, welche sowohl wegen ihrer discordanten Auflagerung auf den cambrischen Conglomeraten und Sandsteinen (S. 331) und wegen ihrer Ueberlagerung durch Glimmerschiefer und Gneiss, als auch wegen ihrer eigenthümlichen petrographischen und paläontologischen Beschaffenheit ein ganz besonderes Interesse gewinnt.

Mit sanft geneigten Schichten auf dem schrägen Querschnitte der fast horizontal gelagerten cambrischen Formation aufruhend, beginnt die silurische Formation mit feinkörnigem Quarzit, welcher Fucoiden und Annelidenspuren (*Scolecolithus linearis*, *Arenicolites*, *Serpulites Maccullochii*) enthält, wie man in der Gegend von Assynt und Loch Eribol sehr schön beobachten kann. Darüber folgt Kalkstein, dunkel- oder hellgrau, auch weiss, mit seltenen Fossilien, und zuletzt abermals feinkörniger Quarzit, über welchem sich die neuere Gneiss- und Glimmerschieferbildung ausbreitet. In Durness und Assynt, wo der Kalkstein hart, marmorirt, oft kieselig und z. Th. mit seltsam gestalteten Hornstein- und Quarzgeoden erfüllt ist, hat Peach zuerst das Vorkommen mehrer Species von *Orthoceras*, *Murchisonia* und *Maclurea* entdeckt. Nach Salter's Bestimmungen sind es überhaupt folgende Fossilien:

Einige Korallen	*Maclurea Peachii n. sp.*
Orthis striatula Emmons	*Oncoceras*
Pleurotomaria Thule n. sp.	*Piloceras n. gen.*
Murchisonia angulocincta n. sp.	*Orthoceras mendax n. sp.*
. . . . . *gracilis Hall*	. . . . . *arcuoliratum Hall*
. . . . . . *bellicincta Hall*	. . . . . *vertebrale Hall*
Euomphalus matutinus Hall	. . . . . *undulostriatum Hall*
Ophileta compacta Salt.	

Die meisten dieser Formen sind schon in Nordamerika als untersilurische Species bekannt. Die Glimmerschiefer und Gneisse betrachtet Murchison als metamorphosirte höhere Schichten der Silurformation. Vergl. Murchison, im *Quarterly Journ. of the geol. soc. vol.* 15, 1859, *p.* 366 ff.

Silurformation in Irland.

Seitdem zuerst von Portlock die Existenz der silurischen Formation bei Pomeroy in Tyrone bewiesen worden war, ist auch in anderen Theilen Irlands die Erforschung derselben, besonders durch Griffith, M'Coy, Oldham und Jukes, gefördert worden. So kennt man sie südlich von Dublin, wo sie der cambrischen Formation in discordanter Lagerung aufruht, in dem Landstriche über Wicklow und Wexford bis nach Waterford. Sie lehnt sich dort an die Granitkette von Wicklow, durch welche ihre Schichten mehr oder weniger metamorphosirt worden sind. Auch auf der Westseite dieser Kette sind die Kalksteine und Schiefer des Chair of Kildare als untersilurisch erkannt worden. Die in den westlichen Districten von Cork und Kerry sehr verbreiteten devonischen Bildungen werden an der Dingle-Bay von Schichten der Wenlock- und Ludlow-Gruppe unterteuft. Endlich ist die Silurformation auch im Connemara-Districte in Galway bekannt, wo namentlich auch die Llandovery-Gruppe vorhanden zu sein scheint.

Beispielsweise geben wir nur über ein paar Localitäten speciellere Notizen. In Londonderry kommen grobe Schiefer vor, welche bei Pomeroy und Desertcreat

als Platten gebrochen werden, an 3500 Fuss mächtig sind, und auf granitischen und hornblendigen Gesteinen aufliegen. Ihre zahlreichen Fossilien charakterisiren sie als silurische Schichten; unter 188 Species fand Portlock 105, welche ihnen eigenthümlich sind, während die übrigen auch in der Silurformation Englands und anderer Länder vorkommen; besonders zahlreich sind die Trilobiten, von denen Portlock nicht weniger als 52 Species aufführte. Nach M'Coy sollen viele Species identisch mit denen der böhmischen Silurformation sein, mit welcher die dortige Bildung auch insofern übereinstimmt, als die unteren Schichten vorzugsweise von Sandsteinen, Quarziten und Schiefern, die oberen dagegen besonders von Kalksteinen gebildet werden. Doch bemerkte Davidson schon früher, dass es in Irland noch nicht gelungen sei, eine scharfe Gränze zwischen der unteren und oberen Silurformation zu bestimmen.

Diese Bemerkung wird auch durch die Verhältnisse in Galway bestätigt, welche zu beweisen scheinen, dass auch dort zwischen beiden Hauptabtheilungen jene vermittelnde Gruppe existirt, welche von Murchison unter dem Namen der Llandovery-Gruppe eingeführt worden ist. Bei Maam fanden Murchison und Nicol viele Fossilien, welche theils der unteren, theils der oberen Silurformation angehören, zugleich mit *Pentamerus oblongus*, *Orthis calligramma*, *O. reversa* und *Atrypa hemisphaerica*, welche z. Th. die Llandovery-Bildung charakterisiren. Durch solche Erscheinungen wird zwar der Werth einer allgemeinen Eintheilung der Silurformation nicht beeinträchtigt, dennoch aber bewiesen, dass es oft schwierig, wo nicht unmöglich werden kann, ein gegebenes Schichtensystem mit absoluter Gewissheit in die eine oder andere Abtheilung einzuordnen. *Siluria*, 2. *ed. p.* 192.

Was endlich die Mächtigkeit der Silurformation auf den britischen Inseln betrifft, so dürfte solche in Südschottland nicht weniger als 50,000 Fuss betragen; in England und Wales lässt sich die Untersilurformation allein auf 18,000 Fuss, die Obersilurformation auf 5000 bis 6000 F. veranschlagen, während die Llandovery-Gruppe stellenweise bis zu 2000 und 3000 F. anschwillt, so dass die fossilführenden Schichten allein eine Total-Mächtigkeit von 26000 bis 27000 Fuss erlangen.

§. 325. *Silurische Formation in Böhmen und anderen Gegenden Teutschlands.*

Durch die bewundernswerthe Thätigkeit Barrande's sind in den letzten Jahren über das Böhmische Uebergangsgebirge Resultate gewonnen worden, welche dasselbe in stratigraphischer und paläontologischer Hinsicht als eines der interessantesten Beispiele der silurischen Formation erscheinen lassen *).

Diese silurische Bildung Böhmens bildet (einschliesslich des alten Schiefergebirges) ein bedeutendes, in der Richtung von SW. nach NO. langgestrecktes Bassin, welches von Bischofteinitz über Pilsen, Beraun und Prag, bis an die Elbe bei Celakowitz, auf 20 geogr. Meilen Länge verfolgt werden kann, und in

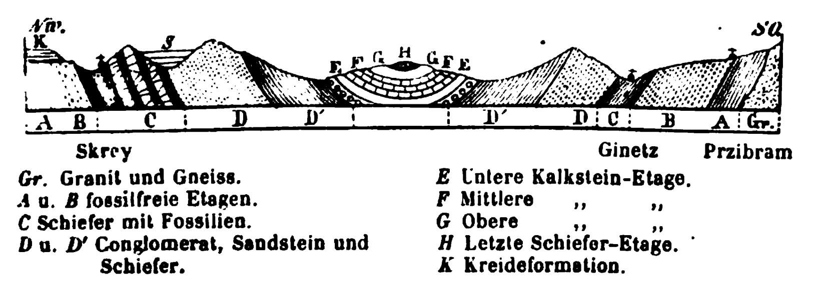
*) Die folgende Beschreibung ist theils der *Esquisse géologique*, theils mündlichen Belehrungen entlehnt, welche mir Barrande bei einem Besuche in Prag mitzutheilen die Gute hatte. Da wohl noch keine Region der Silurformation mit gleicher Gründlichkeit erforscht worden ist, so wird das grosse und in seiner Art einzige Werk, mit dessen Herausgabe unser hochverehrter Freund beschäftigt ist, eine der wichtigsten und unentbehrlichsten Quellen für das Studium dieser Formation überhaupt und ihrer Fauna insbesondere bilden.

der Gegend von Pilsen seine grösste Breite von 10 Meilen erreicht, während solche gegen die Elbe hin allmälig bis auf 4 Meilen abnimmt. An und jenseits der Elbe verschwindet seine weitere Fortsetzung unter den Schichten der Kreideformation.

Die allgemeine Architektur dieser, dem Granite und Gneisse aufgelagerten Silurformation entspricht der eines sehr grossen, bassinförmigen oder muldenförmigen Schichtensystems, dessen Axe von Bischofteinitz nach Brandeis läuft, so dass die Schichten nördlich von dieser Axe nach SO., und südlich von ihr nach NW. einfallen. Die Neigung der Schichten ist sehr verschieden, doch meist bedeutend, 30 bis 45°, oft 70°, ja nicht selten 90°. Bei dem einfachen und regelmässigen Baue des ganzen Bassins ist die Aufeinanderfolge seiner einzelnen Etagen sehr leicht zu bestimmen, während auch die petrographischen und paläontologischen Charaktere auf eine, der Lagerungsfolge ganz entsprechende Weise hervortreten.

Die silurische Formation zerfällt auch hier in eine untere und eine obere Abtheilung. Die untere Abtheilung wird über dem Granite und Gneisse mit krystallinischen Schiefern und anderen fossilfreien Gesteinen von grosser Verbreitung und Mächtigkeit eröffnet: über diesen Gesteinen erscheinen in der Mitte des Bassins, einerseits bei Ginetz, anderseits bei Skrey die ersten fossilhaltigen Schiefer, mit welchen also die untere Abtheilung der eigentlichen Silurformation beginnt, welche weiter aufwärts mit mächtigen Massen von Conglomerat, Sandstein, Quarzit und Schiefer ausgebildet ist, und den inneren Theil des ganzen Bassins, von Rokitzan bis Celakowitz constituirt. Innerhalb dieses Raumes tritt endlich, als innerste und letzte Bildung, die wesentlich aus Kalksteinen bestehende, und von Zelkowitz bis Prag reichende, obere Formationsabtheilung auf, deren Mulde nur noch 5 Meilen lang und 1 Meile breit ist.

Die Verhältnisse sind aus folgendem, von Barrande entlehntem Profile zu ersehen, welches einen idealen Querdurchschnitt von Skrey nach Ginetz und Przibram darstellt, in welchem jedoch die erst weiter östlich eintretende obere Abtheilung mit aufgenommen ist



Gr. Granit und Gneiss.
A u. *B* fossilfreie Etagen.
C Schiefer mit Fossilien.
D u. *D′* Conglomerat, Sandstein und Schiefer.
E Untere Kalkstein-Etage.
F Mittlere „ „
G Obere „ „
H Letzte Schiefer-Etage.
K Kreideformation.

Man sieht zuvörderst, wie alle Etagen in vollkommen concordanter Lagerung über einander folgen, was namentlich auch für die untersten fossilfreien Etagen *A* und *B*, und die unmittelbar darauf liegenden ersten silurischen Schiefer *C* gilt. Die näheren Verhältnisse dieser Bildungen sind aber nach Barrande etwa folgende:

1) Azoische Formation (Urschiefer z. Th.); sie begreift die beiden Etagen *A* und *B*, von welchen die erstere aus sehr krystallinischen Schiefern, die zweite, weit mächtigere aus Thonschiefer und Kieselschiefer besteht, zu welchen Gesteinen sich aber auch schon körnige Grauwacken und Conglomerate gesellen; im Gebiete dieser zweiten Etage, welche vielleicht der cambrischen Formation angehört, liegen die beiden wichtigen Bergwerksdistricte von Przibram und Mies.

2) Untere Silurformation; sie begreift die Etagen *C*, *D* und *D'*, von welchen die erstere insofern den Anfang der Silurformation bezeichnet, als sie die ersten Spuren des organischen Lebens aufzuweisen hat, weshalb ihre, allerdings spärliche Fauna von Barrande als *faune primordiale* aufgeführt wird. Die Etagen *D* und *D'* sind durch eine ganz verschiedene, jedoch weit reichhaltigere Fauna (die *faune seconde*) charakterisirt, und bilden eigentlich ein einziges, sehr mächtiges Formationsglied, in welchem nach unten Conglomerate und Quarzite (*D*), nach oben Schiefer (*D'*) vorwalten, obwohl sich dieselben Gesteine mehr oder weniger in allen Höhen wiederholen.

Die Etage *C* besteht aus sehr feinen, mehr oder weniger glimmerhaltigen, meist grünlichen, doch braun verwitternden Thonschiefern, welche oft eine mehrfache Schieferung, bisweilen auch eine concentrisch-schalige Exfoliation zeigen, deren Sphäroide nicht selten Fossilien umschliessen. Diese Schiefer bilden auf beiden Flügeln des Bassins eine Zone, ohne jedoch bis jetzt in der Muldenwendung nachgewiesen zu sein, gehören aber offenbar einer und derselben Bildung. Ihre Ausstriche werden durch eine Art von Längenthälern bezeichnet, da sie zwischen Conglomeraten und Quarziten gelagert und nur 300 bis 400 Meter mächtig sind. Nur in Querthälern, wie auf der Seite von Ginetz im Thale der Litawa, im Thale von Welka und in dem von Zator bei Hostomitz, und auf der Seite von Skrey im Thale der Beraun sind sie gut aufgeschlossen.

Die Fauna dieser Etage ist ihr ganz eigenthümlich, und besteht aus vielen Trilobiten, einigen Cystideen und einer Orthis-Species. Die Trilobiten sind nicht nur specifisch, sondern, mit Ausnahme von *Agnostus* und *Symphysurus*, sogar generisch ein ausschliessliches Eigenthum dieser Schiefer; eben so die übrigen Formen; es scheint daher, dass die Porphyr-Eruptionen bei Skrey die damalige Thierwelt vernichteten. Die häufigsten Fossilien sind:

Paradoxides spinosus,	*Conocephalites Sulzeri*,
. . . . . . *Bohemicus*,	. . . . *striatus*,
Ellipsocephalus Hoffi,	*Agnostus integer*.

Auch die Genera *Sao* und *Arionellus* sind charakteristisch, jedoch nur bei Skrey bekannt; von Cystideen ist besonders *Lichenoides priscus*, ausgezeichnet durch seine gegliederten Tentakeln, recht häufig; *Orthis Romingeri* ist selten.

Anm. Auch in England findet sich diese Etage in ganz ähnlicher Weise an den Westküsten von Wales, wo bei Harlech und Barmouth ganz fossilfreie, bis 3000 F. mächtige Sandsteine auftreten, über welchen eine *trappean group* und Schiefer an 15000 F. mächtig lagern, die eine analoge, durch *Paradoxides*, *Olenus*, *Lingula* und Graptolithen charakterisirte Fauna umschliessen. Die an den Malvern-Hills bekannten *black-shales* entsprechen genau derselben Etage, welche auch in Schweden und Norwegen existirt.

Die Etage *DD'* wird nach unten hauptsächlich von Quarziten gebildet, welche weiter aufwärts mit Schiefern wechseln, die endlich vorwaltend werden

und die Untersilurformation beschliessen. Wo die Etage *C* vorhanden ist, da liegt *D* unmittelbar darüber, mit Ausnahme der Gegend von Skrey, wo Porphyre dazwischen treten; wo *C* fehlt, da lagert *D* auf *B*; nach oben wird diese Etage sehr bestimmt durch die Graptolithenschiefer begränzt. Quarzconglomerate, Quarzite, quarzige Psammite und Kieselschiefer sind die kieseligen Gesteine, zwischen denen mehrfach Schiefer auftreten. Wegen ihrer Fossilien verdienen besonders 5 Zonen hervorgehoben zu werden.

Die erste Schieferzone d^1 liegt auf der Südostseite, nahe an der Basis der ganzen Etage, bei Komarow und Rokitzan; sie ist nicht sehr mächtig, aber wichtig, weil sie die ersten Fossilien der *Faune seconde* enthält; an der Nordwestseite des Bassins hat sie jedoch bis jetzt noch keine Fossilien geliefert. Auf sie folgen die fossilreichen Quarzite der Drabow-Berge d^2, und dann die schwarzen dünnblättrigen Schiefer (*schistes noirs feuilletés*) der dritten Zone d^3. Weiter aufwärts erreicht man, nach Ueberschreitung von Quarziten, die vierte und mächtigste Schieferzone d^4, welche aus dunkelgrauen bis schwarzen, erdigen, sehr glimmerreichen Grauwackenschiefern (*schistes très-micacés*) besteht, über welchen endlich, als fünfte und letzte Zone, gelblichgraue, sehr feine, glimmerarme Schiefer d^5 folgen, die noch von etwas Quarzit bedeckt werden. Alle diese verschiedenen Bildungen lassen sich sehr leicht erkennen, unterscheiden und verfolgen. Die drei oberen Schieferzonen insbesondere bilden eine, wenigstens 1000 Meter mächtige Ablagerung (D'), deren Ausstrich ebenfalls durch eine Art von Längenthal bezeichnet wird, an dessen einer Seite die Quarzite von *D*, an der anderen die Kalksteine der Obersilurformation aufragen.

Kalkstein fehlt auch dieser Etage fast gänzlich, indem nur die genannten drei oberen Schieferzonen hier und da, z. B. bei Beraun, Praskoles u. a. O. kalkhaltige Sphäroide umschliessen, ganz besonders aber südwestlich von Prag bei Mottol, längs einer Trappmasse, und bei Gross-Kuchel in einem graptolithenführenden Schiefer wirkliche Kalksteinsphäroide vorkommen, die bis 60 Centim. Durchmesser erreichen.

Die Fossilien dieser Etage sind fast ausschliesslich auf die vorhin mit d^1, d^2, d^3, d^4 und d^5 bezeichneten Schichtensysteme beschränkt, unter welchen sich wiederum die Quarzite der Drabow-Berge und die glimmerreichen Schiefer, also d^2 und d^4, als die beiden reichsten und wichtigsten hervorthuen. Im Allgemeinen sind auch in dieser Etage die Trilobiten noch vorwaltend und in 60 Species vorhanden; Orthoceren, als die einzigen Cephalopoden, sind nur in sehr sparsamen Resten angedeutet; die Pteropoden werden durch *Conularia* und *Theca* oder *Pugiunculus*), die Heteropoden durch einige Species von *Bellerophon*, die Gastropoden durch *Pleurotomaria* und *Holopea* vertreten. Von Brachiopoden erscheinen mehre Species von *Orthis* in allen Abtheilungen, sowie *Orbicula*, *Lingula*, *Spirifer*, *Leptaena* und *Terebratula* in den glimmerreichen Schiefern. In denselben Schiefern bilden Cystideen ganze Schichten von 1 bis 2 Meter Stärke; dagegen sind Krinoiden und Asterien äusserst selten, desgleichen Polypen, von denen *Calamopora fibrosa*, *C. Gottlandica* und Graptolithen in den genannten Schiefern und ihren Kalksteinsphäroiden vorkommen. Ueberhaupt aber ist, mit Ausnahme der Trilobiten und Cystideen, alles Uebrige nur sehr sparsam vorhanden. Von Pflanzen finden sich Fucoiden in allen Höhen dieser Etage, jedoch undeutlich.

Die häufigsten oder besonders charakteristischen Formen sind folgende:

1) in den Schiefern d^1:

Amphion Lindaueri, selten in Böhmen; die sehr verwandte Form *A. Fischeri* findet sich häufig in Russland sowie in Schweden; *Placoparia*, häufig in Portugal, Spanien und Frankreich; *Orthis redux*, gemein höher aufwärts in d^2. Neuerdings haben sich

in diesen Schiefern bei Woseck und Auwal noch 27 Trilobiten und viele Mollusken gefunden, so dass gegenwärtig an 75 Species bekannt sind.

2) in den Quarziten der Drabow-Berge d^2:

*Acidaspis *Buchii*, kommt auch in Frankreich vor. *Asaphus grandis*, äusserst selten. **Calymene pulchra*, sehr charakteristisch für d^2 und d^4, ähnlich der *C. Verneuili*; *C. Parvula*. **Cheirurus claviger*, sehr charakteristisch für d^2, geht bis d^4; ähnliche Species in Frankreich, der analoge *Ch. Sedgwicki* in England. **Dalmanites socialis*, höchst charakteristisch, geht durch ganz *D*, ist überall vorhanden und auch in Frankreich bekannt; **D. Phillipsi*, analoge Formen auch in Frankreich und England. **Illaenus Panderi*, ist charakteristisch, findet sich aber noch häufiger in d^4. *Trinucleus Goldfussii*, bezeichnend für d^2; **T. ornatus*, beginnt hier und geht durch ganz *D*. *Orthoceras* und *Conularia* sind seltene Erscheinungen, so auch ein *Bellerophon*, ähnlich dem *B. bilobatus* aus England. **Nucula Bohemica* beginnt hier, wird sehr häufig in d^4, *Agelacrinus*, sehr selten, parasitisch auf Orthoceren und Conularien.

3) in den schwarzen blättrigen Schiefern d^3:

Aeglina, in allen Species selten; *Dionide*, meist nur in Fragmenten; *Pugiunculus*, ein wichtiges, durch die ganze Silurformation gehendes Genus.

4) in dem glimmerreichen Grauwackenschiefer d^4:

zuvörderst sind die unter 2 mit einem * aufgeführten Species sehr verbreitet; ferner finden sich:

Asaphus nobilis häufig und sehr charakteristisch, der Vertreter von *A. tyrannus* in England und *A. Barrandei* in Frankreich. *Calymene incerta* sehr verbreitet; *Illaenus Wahlenbergianus*; *Arethusina*, nur in den Colonieen: *Telephus fractus*; *Conularia parva*, sehr charakteristisch; *Pugiunculus*, zumal *P. striatulus* und *elegans*; *Pleurotomaria* in mehren noch nicht benannten Species; *Nucula Bohemica*, häufig; *Cardiola interrupta* und *fibrosa*, beide in Colonieen; *Leptaena pseudoloricata* und *aquila*, sehr charakteristisch; *Spirifer viator*, nur in Colonieen; *Lingula attenuata* und *Discina rugata*, nicht häufig; *Terebratula*, sehr selten*); *Cystideen*, in verschiedenen sehr charakteristischen Formen; *Asterien*, sehr schön aber äusserst selten, *Calamopora Gottlandica*, nur in den Colonieen.

5) in dem gelblichgrauen Schiefer d^5:

Ampyx Portlocki, nicht häufig, aber doch charakteristisch: *Remopleurides radians*, nur in diesen Schichten; *Dalmanites Phillipsi*, *Asaphus nobilis*, *Illaenus Hisingeri*, *Telephus fractus*, *Agnostus tardus*, die letzte Species dieses Geschlechtes. Die Cytheriniden werden durch *Beyrichia* u. a. Geschlechter repräsentirt.

Die ganze Etage *DD'* ist durch ihre Fauna als das Aequivalent der Englischen Llandeilo- und Caradoc-Gruppe, überhaupt also als das Aequivalent der Untersilurformation Englands charakterisirt.

3) Obere Silurformation; sie ist von weit geringerer räumlicher Ausdehnung, bildet die innerste Mulde des ganzen Bassins, ragt inselartig über ihre nächsten Umgebungen auf, und besteht fast nur aus Kalksteinen mit sehr wenig Schiefer; allein die Kalksteine sind verschieden, und werden zuletzt von Schiefer bedeckt, so dass überhaupt vier Etagen, *E*, *F*, *G* und *H* zu unterscheiden sind, welche jedoch durch concordante Lagerung und durch Uebergänge mit einander verbunden, und gemeinsam durch die *faune troisième* charakterisirt werden.

---

*) Der Name *Terebratula* ist hier und in den folgenden Aufzählungen noch in seiner alten, weiteren Bedeutung zu nehmen; dasselbe gilt auch z. Th. von dem Namen *Leptaena*.

Untere Kalkstein-Etage *E*. Ihre untere Gränze wird durch die obersten Quarzite von *D'*, und ihr Anfang überall durch Grünstein und graptolithenführende Schiefer bezeichnet. Diese Grünsteine bilden rings um das Kalksteinbassin einen Gürtel, erscheinen bald ungeschichtet, bald geschichtet und mit den Schiefern verbunden, sind aber jedenfalls vor der Bildung des Kalksteins abgesetzt worden. Ueber ihnen liegen schwarze Graptolithenschiefer, in welchen Kalksteinsphäroide, von Faustgrösse bis zu 60 Centim. Durchmesser, lagenweise geordnet auftreten; diese werden allmälig immer zahlreicher und bilden endlich stetige Schichten, während die Schiefer zurücktreten und zuletzt verschwinden. — Der Kalkstein dieser Sphäroide und Schichten ist meist schwarz bis dunkelgrau, dicht oder durch Krinoidenreste krystallinisch, von weissen Kalkspathadern durchschwärmt, reich an Eisenkies, arm an Quarz, bituminös und stets stinkend beim Anschlagen.

Die Fauna dieser Etage ist die reichste an Geschlechtern und Arten. Die Trilobiten treten in 76 Species auf, und die, bisher nur durch einige Orthoceren angedeuteten Cephalopoden gewinnen eine ganz ausserordentliche Entwicklung, so dass über 350 Species aus 8 Geschlechtern, nämlich

von *Orthoceras* 120,	von *Phragmoceras* 20,
- *Cyrtoceras* 140,	- *Ascoceras* 12,
- *Trochoceras* 14 bis 16,	- *Lituites* 6, und von
- *Gomphoceras* 40,	- *Nautilus* 3

Species auftreten; die Orthoceren und Cyrtoceren erfüllen ganze Bänke, während die übrigen seltner vorkommen. Die Pteropoden sind wiederum nur durch *Conularia* und *Pugiunculus*, die Heteropoden durch *Bellerophon* repräsentirt. die Gastropoden zeigen mindestens 160 Species, darunter mehr als 20 von *Capulus*; die übrigen gehören den Geschlechtern *Euomphalus*, *Natica*, *Murchisonia*, *Pleurotomaria*, *Turbo* und *Turritella*. Die Conchiferen haben fast eben so viele Species, namentlich aus den Geschlechtern *Cardiola*, *Avicula*, *Mytilus*, *Cardium* und *Pleurorhynchus* geliefert. Die früher kaum angedeuteten Brachiopoden zeigen über 60 Species, nämlich

von *Terebratula* 25,	von *Leptaena* 11,
- *Pentamerus* 2,	- *Chonetes* 1,
- *Spirifer* 12,	- *Orbicula* 4,
- *Orthis* 7,	- *Lingula* 1

Species, gewinnen aber das Maximum ihrer Entwickelung erst in der folgenden Etage. Von Echinodermen finden sich nur wenige Krinoiden, deren Glieder aber in grosser Menge vorkommen und ganze Schichten bilden. Von Korallen endlich kennt man bereits 25 bis 30 Species, darunter 20 von Graptolithen, ferner *Calamopora*, *Porites*, *Cyathophyllum*, *Catenipora* u. a. Formen. Tentaculiten fehlen noch gänzlich.

Als die wichtigsten Fossilien sind etwa folgende zu nennen:

Von Trilobiten:

Calymene Baylei und *diademata*; *Cyphaspis Burmeisteri*; *Arethusina Konincki*; *Illaenus Bouchardi*; *Ampyx Rouaulti*; *Acidaspis Verneuili*, *A. Leonhardi*, *A. Römeri*, *A. mira*, *A. Prevosti*, *A. radiata*; *Cromus Beaumonti* und *Bohemicus*; *Cheirurus insignis* und *Quenstedti*; *Harpes ungula*; *Lichas scaber* und *palmatus*; *Proëtus decorus*, *P intermedius*, *P. venustus*, *P. Archiaci*, *P. striatus*; *Phacops foecundus*, *Ph. Volborthi*, *Ph. Glockeri*, *Ph. trapeziceps*, *Ph. bulliceps*; *Sphaerexochus mirus*; *Staurocephalus Murchisoni*; *Deiphon Forbesi*; *Bronteus planus*, *B. Partschi*, *B. Haidingeri*.

Von Cephalopoden:

Orthoceras dulce, *O. subannulare*, *O. annulatum*, *O. Bohemicum*, *O. originale*, *O. araneosum* vielleicht schon Cyrtoceras), *O. nobile*, *O. Hörnesi*, *O. geminorum*, *O. pela-*

gicum (wird sehr gross), *O. styloideum, O. truncatum*; *Cyrtoceras corbulatum, C. elongatum, C. imperiale, C. corniculum, C. subuloideum, C. quasirectum, C. Beaumonti, C. Murchisoni*; *Trochoceras Sandbergerie, T. trochoides, T. nodosum*; *Gomphoceras amphora* und *Bohemicum*; *Phragmoceras imbricatum* und *Broderipi*; *Lituites simplex* und *rudens*.

Von Heteropoden, Gastropoden und Conchiferen:

Bellerophon plebejus; *Capulus elegans, C. anguis, C. robustus, C. priscus, Pleurotomaria undulata*; *Cardiola interrupta, C. fibrosa, C. spuria, C. gibbosa*.

Von Brachiopoden:

Terebratula linguata, T. Sappho, T. Megaera, T. reticularis, T. navicula, T. obovata, T. tumida, T. ypsilon, T. latesinuata, T. Niobe, T. Hebe; *Pentamerus caducus, P. Knightii, P. linguiferus*; *Spirifer togatus, Sp. viator, Sp. trapezoidalis, Sp. tenellus, Sp. petasus*; *Sp. crispus*; *Lingula attenuata*; *Discina truncata* und *rugata*; *Orthis elegantula, O. orbicularis, O. pecten*; *Leptaena miranda, L. transversalis, Strophomena euglypha, S. funiculata, S. imbrex, S. depressa*.

Von Krinoiden und Korallen:

Siphocrinus elegans; *Calamopora Gottlandica, C. polymorpha, C. fibrosa, C. spongites, C. alveolaris*; *Cyatophyllum grande*; *Halysites escharoides*; *Porites tubulata, P. favus*, und in den Schiefern sehr viele Graptolithen.

Mittlere Kalkstein-Etage *F*. Obwohl concordant und ohne scharfe Gränze der vorigen Etage aufgelagert, zeigt sie doch selbst in petrographischer Hinsicht einen auffallenden Contrast, wie man im Thale von St. Iwan, von Lochkow und am Moldauufer bei Prag beobachten kann. Dieser Kalkstein ist nicht stinkend, meist hellfarbig und oft weiss, wie zumal bei Mnienian und Konieprus, obgleich auch graue und schwarze, und bisweilen bunte Varietäten vorkommen. Nierenbildung zeigt er nicht, wohl aber zuweilen eine pseudofragmentare Ausbildung, indem das Gestein aus regellos gestalteten, von einer dünnen Thonlage umhüllten Stücken besteht; zugleich wird es kieselig oder führt Hornstein-Nieren, was jedoch in den fossilreichen Schichten niemals der Fall ist.

Die Fauna offenbart eine allgemeine Verminderung der Lebenswelt; desungeachtet sind noch 74 Species von Trilobiten vorhanden, welche ganz besonders den Geschlechtern *Proetus* (26), *Bronteus* (18) und *Phacops* (8) angehören, von denen einige Species, wie z. B. *Bronteus campanifer* und *palifer* recht gross werden; dazu gesellen sich 8 Species von *Cytherina*. Die Cephalopoden sind bedeutend reducirt, indem

von *Orthoceras* nur 10 bis 15,	von *Trochoceras* 1,
- *Cyrtoceras* - 3 - 4,	- *Goniatites* 14,
- *Gyroceras* 1,	- *Nautilus* 3—4

Species erscheinen. Die Pteropoden zeigen eine *Conularia* und ein paar Formen von *Pugiunculus*, die Heteropoden einige Bellerophonten; auch die Gastropoden und Conchiferen sind vermindert; dagegen erlangen die Brachiopoden hier das Maximum ihrer Entwickelung, indem

von *Terebratula* 48,	von *Leptaena* 18,
- *Pentamerus* 9,	- *Chonetes* 3,
- *Spirifer* 22,	- *Orbicula* 2,
- *Orthis* 4,	- *Lingula* 1,

überhaupt also 107 Species vorkommen. Die Echinodermen werden durch Krinoiden, die Korallen durch *Calamopora Gottlandica* und *fibrosa*, die Bryozoën durch viele Species von *Retepora, Fenestella, Hemitrypa* u. a. vertreten. Tentaculiten erscheinen hier zum ersten Male, doch sehr klein und selten.

Als einige der wichtigsten Species sind folgende zu nennen:

Von Trilobiten:

Harpes venulosus und *reticulatus*; *Lichas Haueri*; *Phacops foecundus* und *breviceps*; *Proëtus Bohemicus*, *P. orbitatus*, *P. neglectus*, *P. tuberculatus*, *P. unguloides*, *P. complanatus*; *Cyphaspis Barrandei*; *Acidaspis vesiculosa*, *A. radiata*, *A. Hoernesi*; *Cheirurus Sternbergi*; *Bronteus palifer*, *B. campanifer*, *B. Dormitzeri*, *B. Brongniarti*, *B. umbellifer*.

Von Cytheriniden giebt es z. Th. sehr grosse, welche 7 bis 8 Centimeter Länge erreichen.

Von den überhaupt seltenen Cephalopoden ist *Gyroceras alatum* eine merkwürdige Form.

Von Gastropoden und Conchiferen:

Euomphalus tubiger, *E. eximius*, *E. funatus*; *Tuba spinosa*; *Capulus rostratus*, *C. conoideus*, *C. apridens*; *Natica gregaria*; *Turritella Verneuili* (sehr gross); *Pleurorhynchus* in mehren Species; *Avicula mira*.

Von Brachiopoden:

Spirigerina reticularis; *Terebratula princeps*, *T. herculea*, *T. compressa*, *T. passer*, *T. nympha*, *T. Haidingeri*, *T. eucharis*; *Pentamerus linguiferus*, *P. Sieberi*, *P. acutolobatus*, *P. galeatus*; *Spirifer togatus*, *Sp. Nerei*, *Sp. indifferens*, *Sp. robustus*, *Sp. secans*, *Sp. najadum*; *Leptaena Verneuili*, *L. fugax*, *L. Bohemica*, *L. Stephani*, *L. Phillipsi*, *L. Bouei*; *Orthis occlusa*, *O. Gervillei*, *O. distorta*, *O. palliata*; *Chonetes embryo*, *Ch. Verneuili*.

Obere Kalkstein-Etage *G*. Sie entwickelt sich allmälig aus der vorhergehenden Etage, doch sind ihre Schichten mächtiger, und meist aus nuss- bis kopfgrossen, durch Thon verbundenen Partieen zusammengesetzt. Der Kalkstein selbst ist dicht, meist grau, bisweilen grünlich oder röthlich, oft von Kalkspathadern durchzogen. Thonschieferlagen trennen die Kalksteinschichten, werden nach oben immer häufiger und mächtiger, während die Kalkschichten immer sparsamer und schwächer werden, bis endlich nur Thonschiefer mit Kalkstein-Nieren auftritt. Die Fauna dieser Etage ist noch ärmer, als jene von *F*; die Trilobiten sinken auf 40 Species herab, unter denen diejenigen der vier Geschlechter *Dalmanites*, *Bronteus*, *Phacops* und *Proëtus* die wichtigsten sind; alle übrigen Thierclassen erscheinen nur sehr dürftig repräsentirt; von *Orthoceras* kennt man nur 4, von *Nautilus*, *Lituites*, *Cyrtoceras* und *Gyroceras* nur je eine Species; dazu gesellen sich ein paar zweifelhafte Goniatiten, undeutliche Kerne von *Turritella* oder *Murchisonia*, und einige Cardiaceen. Auch die Brachiopoden sind sehr reducirt; Krinoidenglieder erscheinen selten, Tentaculiten sehr klein und selten, und von Korallen nur eine *Turbinolia*.

Die wichtigsten Trilobiten sind:

Harpes Orbignyanus; *Calymene interjecta*; *Dalmanites Hausmanni*, *D. rugosus*, *D. Reussii*, *D. auriculatus*; *Phacops foecundus*, *Ph. cephalotes*, *Ph. Bronnii*, *Ph. Sternbergi*; *Proëtus Loveni*, *P. sculptus*; *Cyphaspis Barrandei*; *Acidaspis Hörnesi*; *Cheirurus gibbus*, *Ch. Sternbergi*; *Bronteus formosus* und *B. Brongniarti*.

Von Brachiopoden kennt man nur:

Spirigerina reticularis; *Terebratula obovata*, *T. tarda*; *Spirifer superstes*; *Pentamerus linguiferus* und *Strophomena depressa*.

Etage der culminirenden Schiefer *H*. Bis 400 Meter mächtig, doch nur in einzelnen, noch rückständigen Parcellen vorhanden. Das Gestein ist ein

weicher, leicht zerwitternder Schiefer, meist grau oder schmutzig gelb, bisweilen grünlich oder fast schwarz, mächtig geschichtet und mit unreinen Quarziten abwechselnd. Bei Hostin findet sich eine 3 bis 4 Centimeter starke Lage Steinkohle in Begleitung von Fucoiden.

Die Fauna ist ausserordentlich arm; von Trilobiten kennt man nur *Phacops foecundus*, *Proëtus superstes* und *Cheirurus Sternbergi*, von Cephalopoden 2 Orthoceren, 1 Lituiten und 1 Goniatiten, von Brachiopoden 1 *Leptaena* und 1 *Terebratula*, von Conchiferen eine *Avicula*, und von Gastropoden unbestimmbare Kerne. Schöne Tentaculiten finden sich an mehren Orten, doch nur in 2 Species, nämlich *T. clavulus* und *T. elegans*.

Während das silurische Bassin Böhmens, bei seinem ausserordentlichen Reichthum an organischen Ueberresten, ein wahrhaft classisches Beispiel für die Ausbildungsweise der Silurformation liefert, so können die in anderen Gegenden Teutschlands nachgewiesenen silurischen Ablagerungen zur Zeit noch keinen Anspruch auf eine solche Bedeutung machen. Man kennt aber dergleichen Ablagerungen in Sachsen, am Thüringer Walde, in Schlesien, am Harze und in den Oesterreichischen Alpen.

In Sachsen und in den Reussischen Fürstenthümern existirt zwar die silurische Formation; allein ausser den an vielen Puncten zahlreich vorkommenden Graptolithen, ausser den hier und da bekannten Nereiten und der in der Gegend von Schleiz, zugleich mit *Orthoceras tenue*, nachgewiesenen *Orthis callactis* sind bis jetzt, bei der Seltenheit organischer Ueberreste, kaum andere Beweise ihres Daseins geliefert worden. Indessen reicht schon das Vorkommen der Graptolithen hin, um die Behauptung zu rechtfertigen, dass nicht nur am Rande des Erzgebirges bei Langenstriegis, Obercainsdorf, Stenn, Altschönfels, Reichenbach und Plauen, sondern auch in dem Landstriche von Ronneburg über Zeulenroda, Schleiz, Pausa, Saalburg und weiterhin die silurische Formation wirklich vorhanden ist. Denn die schwarzen Kieselschiefer, Thonschiefer und Alaunschiefer der genannten Gegenden sind an vielen Puncten graptolithenführend. Geinitz, die Verst. der Grauwackenform. in Sachsen, Heft I, 1852 u. Heft II, 1853.

Später hat Richter im südöstlichen Theile des Thüringer Waldes, ausser mehren im Alaunschiefer vorkommenden Graptolithen, auch noch andere Beweise für das Dasein silurischer Bildungen aufgefunden, indem es ihm geglückt ist, in dortigen Schieferschichten dieselben Fossilien nachzuweisen, welche Murchison aus der Englischen Silurformation unter den Namen *Nereites cambrensis* und *Myrianites Mac-Leaii* beschrieben hatte; in ihrer Begleitung finden sich auch ganz eigenthümliche, vielfach verzweigte Formen, welche Richter einstweilen mit dem Namen *Lophoctenium* versehen hat. Richter unterscheidet im Thüringer Walde vorläufig grüne, graue und rothe Grauwacke, von denen die letztere der devonischen Formation angehört, während die beiden ersteren unzweifelhaft silurisch sind. Die grüne Grauwacke, welche besonders den westlichen Theil des thüringischen Uebergangsgebirges einnimmt, besteht vorwaltend aus graugrünen, dickplattigen Thonschiefern mit untergeordneten Wetzschiefern, dunkelgrauen Sandsteinen und Quarziten; ausser dem viel verbreiteten Fucoiden *Chondrites circinnatus* (welcher auch im Voigtlande zwischen Mylau und Buchwald vorkommt) ist nur ein Mal das Pygidium eines Trilobiten gefunden worden. Die graue Grauwacke besteht hauptsächlich aus dunkel blaulichgrauen bis schwärzlichblauen Thonschiefern, die nicht selten als Dach- und Tafelschiefer (Gräfenthal, Lehesten), stellenweise auch als Griffelschiefer ausgebildet sind, und in deren Gebiete dunkelblaulichgraue Sandsteine, Kalksteinstöcke, Alaunschiefer, Kieselschiefer und

graue sandige Schiefer mit Nereiten (daher Nereitenschichten genannt) auftreten. In dieser Abtheilung kannte man fast nur Graptolithen, Nereiten, Lophoktenien, Krinoiden und Tentaculiten. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, 456 f. II, 198 f. III. 536 f. IV, 532 f. Doch hat Richter später eine nicht geringe Anzahl anderer silurischer Fossilien entdeckt; *ib.* V, 439; VI, 275, auch *Siluria*, 2 *ed.* 404 u. 405.

In Schlesien hat uns Oswald, bei Sadewitz, Oberschmollen und Neuschmolken, südlich von Oels, Kalksteine kennen gelehrt, welche durch ihre Fossilien (*Halysites catenularia* und *escharoides*, *Orthis testudinaria* und *transversalis*, *Calymene Blumenbachii*, *Illaenus crassicauda*, *Echinosphaerites* u. a.) ganz unzweifelhaft als silurische Gesteine charakterisirt sind. Auch beweisen die zuerst von Krug v. Nidda bei Herzogswalde unweit Silberberg gefundenen Graptolithen, deren Vorkommen später von Scharenberg und Beyrich weiter verfolgt worden ist, dass ein Theil des unmittelbar an Gneiss angelehnten Warthaer Uebergangsgebirges der Silurformation angehören muss. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, 671; VI, 650 ff.

Ob ein Theil der Uebergangsformation der Rheinlande und Oberfrankens der silurischen Formation angehört, wie man früher angenommen hat, darüber dürfte noch durch fernere Untersuchungen zu entscheiden sein. Dagegen hat A. Römer am Harze, nämlich im Klosterholze bei Ilsenburg, einen Kalkstein nachgewiesen, welcher durch viele Terebrateln und andere Brachiopoden ausgezeichnet ist, wie solche grossentheils bei Konieprus in Böhmen vorkommen, wodurch denn die wirkliche Existenz silurischer Schichten am Harze erwiesen sein dürfte. (*Palaeontographica* von Dunker und Meyer, B. III, 1850, S. 55). Aber auch in anderen Gegenden des Harzes ist die Silurformation vorhanden, wie diess einerseits die von A. Römer in den schwarzen Schiefern der Gegend von Lautenthal aufgefundenen Graptolithen, anderseits die zahlreichen Fossilien aus den Kalksteinen und Schiefern bei Harzgerode und Mägdesprung beweisen, deren genauere Bestimmung Giebel geliefert hat. Unter 96 Species befinden sich so viele Formen, welche theils identisch, theils analog mit bekannten silurischen Species sind, dass Giebel die betreffenden Gesteine unbedenklich für silurische, und zwar für obersilurische erklärt. Ausser mehren Trilobiten und verschiedenen Arten von *Capulus* kommen folgende ächtsilurische Formen vor:

Monograpsus sagittarius	*Spirifer spurius*	*Chonetes striatella*
Alveolites repens	*Rhynchonella cuncata*	*Leptaena transversalis*
Chaetetes Bowerbanki	. . . . *Wilsoni*	. . . . . *vetusta*
Strophomena depressa	*Pentamerus galeatus*	. . . . . *Sowerbyi*
Spirigerina reticularis	. . . . . . *Knightii*	*Discina rugosa*
Spirifer crispus	. . . . . . *integer*	. . . . *reversa*

so dass wohl die Richtigkeit der Ansicht von Giebel gar nicht bezweifelt werden kann. Vergl. dessen wichtige Arbeit: Die Silurische Fauna des Unterharzes; Berlin, 1858. Und so bestätigt sich denn, was Murchison und Sedgwick schon im J. 1839 aussprachen, dass ein bedeutender Theil des Harzes silurisch sei.

In den Salzburger Alpen, bei Dienten unweit Werfen, findet sich in einem schwarzen, graphitreichen, dem Eisenspathe eingeschalteten Thonschiefer verkieste Fossilien, als *Orthoceras gregarium*, *O. styloideum*, *O. striatum*, *Cardiola interrupta* u. a., durch welche die betreffenden Schichten als silurische bezeichnet werden; v. Hauer hält es für höchst wahrscheinlich, dass auch die übrigen, am Nordabhange der Central-Alpen, von Neunkirchen bis gegen Hall in Tyrol fortziehenden Eisenspathstöcke ebenfalls in silurischem Grauwackenschiefer liegen. (Haidingers Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturw. I, 187, und Sitzungsberichte der Kaiserl. Akad. 1850, S. 275).

§. 326. *Silurische Formation in Russland, Schweden und Norwegen.*

Schon früher war die Uebergangsformation des nordwestlichen Russlands, namentlich aus der Umgegend von Petersburg, durch Strangways und Pander beschrieben worden*), bis man, nach der Erscheinung von Murchison's Werk über die englische Silurformation, zu der Erkenntniss gelangte, dass auch sie ganz entschieden der silurischen Periode angehöre**).

Diese russische Silurformation verbreitet sich von Petersburg aus einerseits nach Westen, längs der Südseite des Finnischen Meerbusens durch ganz Ehstland und Nordlivland bis auf die Inseln Dagöe und Oesel, anderseits nach Osten, an der Süd- und Südostseite des Ladogasees, und wird an ihrer südlichen und östlichen Gränze von der devonischen Formation bedeckt, welche sich von Curland bis nach Woronesch und Archangel ausdehnt. Ihre Schichten fallen, mit Ausnahme einiger localer, schon von Strangways beschriebenen Dislocationen, im Allgemeinen nur 2 bis 3° nach SSO., liegen also fast horizontal, und bilden ein flachhügeliges Land, wodurch, sowie durch ihre geringe Mächtigkeit, sich diese Formation sehr auffallend von der englischen Silurformation unterscheidet. Auch ihre Gesteine erinnern eher an Kreide und Tertiärbildungen, als an die älteste Sedimentformation. Blauer Thon und Schieferthon, loser Sand und Sandstein, bituminöse Schiefer und hellfarbige thonige Kalksteine constituiren in der hier genannten Reihenfolge bei St. Petersburg die ganze Formation, wie Strangways schon im J. 1819 erkannte. Durch ihre Fossilien wird sie dort als untersilurisch charakterisirt; allein im südlichen Ehstland und in Livland, auf Dagöe und Oesel erscheint auch die obere Abtheilung, während in den östlichen Gegenden der Untersilurformation unmittelbar von der devonischen Formation überlagert wird.

Im Allgemeinen lassen sich in der unteren Silurformation der Umgegend von St. Petersburg drei Etagen unterscheiden:

1) Thon und Schieferthon, meist blaulich oder grünlichgrau, bisweilen sandig oder glimmerhaltig; er ist durch Bohrlöcher bei Petersburg und Reval mehre hundert Fuss mächtig erkannt worden, hält aber, ausser Fucoiden und den Platysoleniten Pander's, gar keine organischen Ueberreste.

2) Sand und Sandstein. Der blaue Thon wird nach oben sandig, und geht endlich in weissen, feinen Quarzsand über, welcher weiter aufwärts gelb wird, und sich dann zu einem gelben, rothen, braunen, oft grell buntfarbigen Sandstein ausbildet; dieser wechselt nach oben mit schwarzem, bituminösem Schiefer, der ihn zuletzt bedeckt. Der Sandstein wird durch die, oft in grosser Menge angehäuften Ueberreste von *Obolus Apollinis* (Unguliten Pander's) charakterisirt, enthält aber ausserdem fast nur ein paar Species von *Discina*; der Schiefer führt selten Graptolithen. Ueber diesem Schiefer, welcher z. Th. durch blauen Thon ersetzt wird, liegt endlich etwas Glaukonit, der nach Ehrenberg meist aus

---

*) Strangways in *Trans. of the geol. soc. V*, 2, *p.* 402 ff. und Pander, Beiträge zur Geognosie des Russischen Reiches, 1831.

**) Leopold von Buch, in Karstens und v. Dechens Archiv, B. 15, 1840, S. 5 ff. und in Beiträgen zur Bestimmung der Gebirgsformationen Russlands.

Steinkernen von Foraminiferen besteht, und auch mancherlei andere sehr kleine organische Körper enthält.

3) Kalkstein, Pleta genannt. Meist gelblichgrau, zuweilen grün, roth oder hochgelb gefleckt, mehr oder weniger thonig, nach unten sehr reich an Glaukonitkörnern, nach oben frei davon; seine Schichten werden durch röthlichgraue oder grünlichgraue Schieferthonlagen getrennt, bis zuletzt dunkel braungraue, erdige, plattenförmige Kalksteine folgen. Zwischen Zarskoselo und Duderhof, an der Pulkovka, Popovka*) und Tosna, sowie an den Küsten von Ehstland ist dieser Kalkstein am besten entblöst. Von seinen zahlreichen organischen Ueberresten erwähnen wir:

Chaetetes Petropolitanus,	*Strophomena imbrex*,
Echinosphaerites aurantium,	*Orthoceras duplex*,
. . . . *pomum*,	. . . . . . *vaginatum*,
Lingula longissima Pand.,	*Illaenus crassicauda*,
Orthis lynx,	*Asaphus expansus*,
. . . *calligramma*,	. . . . *tyrannus* oder *heros*,
. . . *obtusa Pand.*,	*Calymene sclerops Dalm.*,
Orthisina inflexa Pand.,	. . . . . *polytoma Dalm.*,
. . . . . *ascendens Pand.*,	*Ampyx nasutus Dalm.*

Interessanter ist die Ausbildung der Formation in Ehstland und Livland, worüber neulich Friedrich Schmidt eine vortreffliche Darstellung gegeben hat**), aus welcher wir das Folgende entlehnen.

Das silurische Territorium der genannten beiden Provinzen erlangt zwar nur eine Totalmächtigkeit von 1500 Fuss, lässt uns aber desungeachtet eine ganz vollständige Entwickelung der Silurformation erkennen. Der Norden Ehstlands besteht aus untersilurischen Schichten in mehren Abtheilungen, von denen die tiefsten nur in dem sogenannten Glint, d. h. in dem schroffen Abfalle des Küstenlandes, entblöst sind; über den untersilurischen Etagen folgen im Süden Ehstlands und in Nordlivland Schichten mit glatten Pentamerus-Arten, als Analogon der Llandovery-Gruppe, und endlich die obersilurischen Schichten, welche der Wenlock- und Ludlow-Gruppe entsprechen. Schmidt unterscheidet innerhalb jeder dieser Gruppen mehre Abtheilungen, welche theils durch ihre petrographischen, theils aber und ganz besonders durch ihre paläontologischen Eigenschaften charakterisirt werden.

I. Untersilurformation. Sie stimmt überein mit der gleichnamigen Abtheilung in England, Skandinavien und Nordamerika; ihre tiefsten, in den schroffen Felswänden des Glint entblösten Etagen enthalten nur solche thierische Ueberreste, welche der primordialen Fauna Barrande's entsprechen.

1. Primordiale Gruppe.

a. Blauer Thon mit untergeordneten Sandschichten; genau dieselbe Bildung wie bei St. Petersburg, auch mit denselben sparsamen organischen Ueberresten; gehört vielleicht noch der cambrischen Formation an, und ist bei Reval 300 Fuss tief durchbohrt worden, ohne dass seine Unterlage erreicht worden wäre.

---

*) An diesen beiden Flüssen kommen auch die merkwürdigen Dislocationen und Schichtenwindungen vor, welche Strangways und Pander beschrieben haben.

**) Untersuchungen über die Silurische Formation von Ehstland, Nord-Livland und Oesel. Dorpat, 1858.

b. Ungulitensandstein; bis 120 Fuss mächtig, nach unten weiss, nach oben gelb, bald locker bald fest; die ihn charakterisirenden sogenannten Ungu-liten, d. h. Schalen von *Obolus Apollinis*, finden sich meist nur an seiner obern Gränze, aber dort in grosser Menge angehäuft.

c. Alaunschiefer; an der ganzen Nordküste Ehstlands bekannt, obwohl er höchstens 10 Fuss mächtig ist, wie bei Baltischport, sich von dort aus nach Osten allmälig verschmälert, und endlich bei Narwa auskeilt; er ist reich an Pyrit-knollen, oft ganz erfüllt von Graptolithen, enthält auch nach unten bisweilen noch *Obolus*, und stellenweise sehr schöne Ueberreste von *Dictyonema Hisingeri Göpp.*

d. Glaukonitsand; thoniger Sand, strotzend von Glaukonitkörnern; bei Baltischport 6 Fuss, bei Narwa nur noch einige Zoll mächtig; hält ausser denen in den Glaukonitkörnern angezeigten Ueberresten von Foraminiferen, auch *Obolus siluricus Eichw.* und Spuren von Conodonten.

2. Aequivalente der Llandeilo-Gruppe.

a. Glaukonitischer Kalkstein; nach unten sehr reich an Glaukonitkör-nern, welche jedoch weiter aufwärts immer seltener werden; bis 10 Fuss mäch-tig, theils krystallinisch, röthlich oder gelblich, theils mergelartig und grau, oft dolomitisch; hält sehr häufig

Orthisina plana Pand.	*Orthis parva Pand.*
Orthis calligramma Dalm.	. . . *obtusa Pand.*
. . . *extensa Pand.*	*Rhynchonella nucella Dalm.*

auch zahlreiche Fragmente von *Illaenus* und *Asaphus*.

b. Vaginaten-Kalkstein; meist dunkelgrau und eisenschüssig, sehr hart, in grossen unebenen Platten brechend, welche von zwei, gegen einander unter 110° bis 120° geneigten Kluftsystemen durchschnitten werden; seine Schichten werden durch Mergel-Lagen getrennt, die vorzugsweise reich an Petrefacten sind. im Osten 40, im Westen nur noch 15 Fuss mächtig; eine der mittleren Lagen wimmelt von kleinen braunen Thoneisensteinlinsen, die ihrer Form nach von einer *Leperditia* abstammen. Ueberhaupt aber ist dieser Kalkstein sehr reich an Verstei-nerungen, von denen besonders die folgenden häufig vorkommen:

Monticulipora petropolitana Pand.	*Lituites falcatus Schl.*
Echinosphaerites aurantium Gyll.	. . . . *convolvens Schl.*
. . . . *aranea Schl.*	. . . . *perfectus Wahl.*
Crania antiquissima Eichw.	*Orthoceras duplex Wahl.*
Siphonotreta unguiculata Eichw.	. . . . . . *vaginatum Schl.*
Strophomena imbrex Pand.	. . . . . . *centrale His*
Orthis lynx Eichw.	. . . . . . *undulatum Schl.*
. . . *calligramma Dalm.*	. . . . . . *telum Eichw.*
Orthisina inflexa Pand.	*Illaenus crassicauda Dalm.*
. . . . . *adscendens Pand.*	. . . . *centrotus Dalm.*
Pleurotomaria elliptica His	*Asaphus expansus Dalm.*
Euomphalus Gualteriatus Schl.	. . . . *raniceps Dalm.*

Uebrigens bildet dieser Vaginatenkalkstein die obersten Schichten des Glint, von dessen Rande aus er noch einige Werste weit landeinwärts zu verfolgen ist.

c. Kalkstein mit Brandmergel. Grauer und gelblicher, meist etwas bi-tuminöser Kalkstein, welcher zwischen Haljal und Jewe mit Zwischenlagen eines röthlichgelben bis rothbraunen, höchst bituminösen Mergels (sogenannten Brand-schiefers, S. 273) abwechselt; die häufigsten Petrefacten sind:

Orthis lynx Eichw.	*Porambonites deformatus Vern.*
. . . . *calligramma Dalm.*	*Leptaena sericea Sow.*

Leptaena Humboldti Vern.	*Asaphus acuminatus Boek*
Bellerophon Czekanowskii Schmidt	*Phacops dubius Nieszk.*
Beyrichia complicata Salt.	*Zethus rex Nieszk.*

An vielen Orten wird der Brandmergel von einem grauen, mergeligen Kalkstein mit Kieselconcretionen bedeckt; diese Schicht, welche Schmidt die Jewe'sche Schicht nennt, ist besonders charakterisirt durch *Receptaculites Eichwaldi Schm.*

3. Aequivalente der Caradoc-Gruppe.

a. Wesenberg'sche Schicht; gelber, grauer bis blaulicher, feinkörniger Kalkstein von muschligem Bruche; hier und da mit Mergel wechselnd, welcher besonders gut erhaltene Petrefacten umschliesst; diese Schicht ist nicht nur durch ganz Ehstland bekannt, sondern auch in Ingermanland nachgewiesen; besonders häufige Fossilien sind:

Cyclocrinites Spasskii Eichw.	*Leptaena deltoidea Conr.*
Orthis testudinaria Dalm.	. . . . . *sericea Sow.*
Orthisina anomala Schl.	*Encrinurus multisegmentatus Portl.*
. . . . . *Verneuilii Eichw.*	*Lichas Eichwaldi Nieszk.*

b. Lyckholm'sche Schicht; theils aus ähnlichem Kalksteine, wie die vorhergehende Schicht, theils nur aus mergeligen Gesteinen bestehend, mit folgenden bezeichnenden Versteinerungen:

Lingula quadrata Eichw.	*Orthis insularis Eichw.*
Porambonites gigas Schm.	*Subulites gigas Eichw.*
Orthis flabellulum Sow.	*Orthoceras anellum Hall*
. . . *Actoniae Sow.*	*Phragmoceras sphynx Schm.*

auch beginnen in dieser Schicht schon zahlreiche Korallen aufzutreten, welche jedoch erst in der nächsten Schicht das Maximum ihrer Entwickelung erlangen.

c. Borkholm'sche Schicht. Diese höchste untersilurische Etage beginnt mit einem mehre Fuss mächtigen Krinoidenlager; darauf folgen krystallinisch-körnige, oft dolomitische Kalksteine, mit untergeordneten braunen Mergeln, und endlich ein weisser, dichter, sehr brüchiger, petrefactenreicher Kalkstein. Diese Schicht ist bis jetzt nur in Ehstland nachgewiesen worden; von organischen Ueberresten hebt Schmidt hervor:

Halysites labyrinthica Fisch.	*Discopora rhombifera Schm.*
. . . . . *parallela Schm.*	*Spirigerina undifera Schm.*
Heliolites megastoma MCoy	*Pleurorhynchus dipterus Salt.*
. . . . . *inordinata Lonsd.*	*Orthoceras calamiteum Portl.*
Syringophyllum organum E. H.	*Leperditia brachynotha Schm.*
Streptelasma corniculum Hall	. . . . . *obliqua Schm.*
Diplophyllum fasciculus Kut.	*Proëtus ramisulcatus Nieszk.*
Stromatopora mammillata Schm.	*Lichas margaritifer Nieszk.*

II. Mittelsilurformation. Diese Abtheilung nennt Schmidt die Gruppe der glatten Pentameren, weil in Ehstland und Livland nur in ihr Pentameren vorkommen, und zwar kaum andere, als glatte Formen; besonders charakteristisch durch ihr massenhaftes Vorkommen sind *Pentamerus borealis Eichw.* und *P. ehstonus Eichw.*, auch lässt sich *Leperditia marginata Keys.* als ein Leitfossil anführen, da sie fast überall vorkommt. Die Pentameren sind jedenfalls so charakteristisch, dass sich diese Abtheilung in der That der Llandoverygruppe vergleichen lässt.

4. Aequivalente der Llandovery-Gruppe.

a. Borealis-Bank; sie erscheint bald als Kalkstein, bald als Dolomit, be-

steht oft fast nur aus über einander gehäuften Schalen von *Pentamerus borealis*, zwischen denen sich nur wenige Ueberreste von *Calamopora aspera, Heliolites megastoma* und einer *Stromatopora* vorfinden; ihre Mächtigkeit beläuft sich auf 15 bis 20 Fuss.

b. Zwischenschicht; ein weisslicher oder grauer, fester Kalkstein von muschligem Bruche; auch auf grosse Strecken ein gelblichweisser Dolomit mit Kieselknollen; die häufigsten Petrefacten sind:

Calamopora aspera E. H.	*Pentamerus linguifer Sow.*
Heliolites interstincta E. H.	*Spirigerina imbricata Sow.*
Ptilodictya scalpellum Lonsd.	. . . . . . *nitida Hall*
Strophomena pecten Lin.	*Leptaena corrugata Hall*
Orthis Davidsoni Vern.	*Rhynchonella Aprinis Vern.*
. . . *hybrida Sow.*	*Leperditia marginata Keys.*

c. Ehstonus-Bank; sie wird ganz vorzüglich durch *Pentamerus ehstonus* charakterisirt, welcher mit *P. oblongus Sow.* identisch zu sein scheint; zwar kommen diese Pentameren nur stellenweise in grösserer Menge vor, doch fehlen sie nirgends ganz; von anderen Fossilien sind besonders

Vincularia nodulosa Sow.	*Spirigerina reticularis Lin.*
. . . . . *megastoma Eichw.*	*Bellerophon dilatatus Sow.*
Alveolites Labechei E. H.	*Bronteus signatus Phill.*

zu erwähnen; auch hier erscheinen oft Dolomite mit Kieselknollen.

III. Obersilurformation. Sie ist nur im westlichen Livland sowie auf den Inseln Moon und Oesel bekannt, und entspricht nach ihren organischen Ueberresten wie nach ihrer Lagerungsfolge sehr wohl den bekannten obersilurischen Gruppen Englands.

5. Aequivalent der Wenlock-Gruppe.

Diess ist die von Schmidt als Untere Oeselsche Gruppe aufgeführte Abtheilung; sie besteht grossentheils aus Dolomit, welcher in schroffen Felsenriffen, den sogenannten Panks aufragt, z. Th. auch nach unten aus Mergel oder Kalkstein, der 100 Fuss hohe Mustelpank auf Oesel zeigt einen vollständigen Durchschnitt dieser Gruppe; auch hier sind die mergelartigen Schichten am reichsten an Fossilien, von denen vorzüglich folgende erwähnt zu werden verdienen:

Propora tubulata E. H.	*Euomphalus funatus Sow.*
Halysites distans Eichw.	. . . . . . *sculptus Sow.*
Spirigerina reticularis Lin.	*Orthoceras annulatum Sow.*
Merista tumida Dalm.	*Beyrichia Klödeni MCoy*
Spirifer crispus Dalm.	*Encrinurus punctatus Br.*
Rhynchonella Wilsoni Vern.	*Calymene Blumenbachii Brong.*
. . . . . . *sphaeroidalis MCoy*	*Proëtus concinnus Dalm.*
Leptaena transversalis Dalm.	*Lichas ornatus Ang.*
Orthis elegantula Dalm.	. . . *gottlandicus Ang.*
. . . *osiliensis Schrenk*	*Aulacodus obliquus Eichw.*

6. Aequivalent der Ludlow-Gruppe.

Die Obere Oeselsche Gruppe repräsentirt in der That die Ludlow-Gruppe Englands, und nimmt das grösste Interesse in Anspruch, obgleich sie nur in geringer Ausdehnung entblöst und auf die Insel Oesel beschränkt ist; viele Ueberreste von Fischen und von *Eurypterus remipes* charakterisiren auch hier diese obersten Schichten der Silurformation. Auf die Dolomite der vorhergehenden Gruppe folgen erst gelbliche, theils mergelige, theils auch dolomitische Gesteine, in welchen

Spirigerina didyma Dalm.	*Murchisonia cingulata His.*
Rhynchonella Wilsoni Sow.	*Pleurotomaria undata Sow.*
Chonetes striatella Dalm.	*Orthoceras imbricatum Wahl.*
Lucina prisca His.	. . . . . . *crassiventre Wahl.*

mit *Leperditia baltica His.* vorkommen; unter diesen Schichten befindet sich auch das Hauptlager des bereits an fünf Fundorten bekannten *Eurypterus remipes**). — An einigen Stellen, wie z. B. bei Lello, wird das gelbe Gestein ein Vertreter des Tilestone, indem sich *Trochus helicites Sow.*, *Turritella obsoleta Sow.* und verschiedene Fischreste einfinden. Dagegen geht es nach Süden in ein härteres, graues oder röthliches Gestein über, welches reich an folgenden Fossilien ist.

Calamopora cristata E. H.	*Chonetes striatella Dalm.*
Cyathophyllum articulatum His.	*Spirigerina prunum Dalm.*
Crotalocrinus rugosus Mill.	*Spirifer elevatus Dalm.*
Orthis orbicularis Sow.	*Pterinea reticulata His.*
Leptaena filosa Sow.	*Orthoceras bullatum Sow.*
Retzia Salteri Dav.	*Proëtus latifrons MCoy.*
Rhynchonella nucula Sow.	

Als der Schlussstein der ganzen Gruppe erscheint am Ohhesaare-Pank südwestlich von Sworbe, als Vertreter des Tilestone ein sandiger, mit Mergellagen wechselnder Kalkstein, der zuweilen in reinen Sandstein übergeht, und durch *Tentaculites annulatus Schl.*, *T. inaequalis Eichw.*, *Chonetes striatella Dalm.*, *Grammysia cingulata His.*, *Beyrichia tuberculata Klöd.*, *B. Wilkensiana Jones*, sowie durch zahlreiche Fischreste von *Onchus Murchisoni*, *Pachylepis*, *Oniscolepis* u. a. charakterisirt wird.

Mit ganz anderen Eigenschaften und unter ganz anderen Verhältnissen erscheint die Silurformation im östlichen Russland, am Ural, längs dessen westlichem Abfalle eine fast ununterbrochene Zone von silurischen Gesteinen bekannt ist, deren Schichten jedoch steil aufgerichtet und dislocirt sind und, nach Murchison und Verneuil, gar häufig zu Chloritschiefer, Glimmerschiefer, Quarzit u. s. w. umgewandelt worden sein sollen. Da nämlich die organischen Ueberreste der noch unveränderten Schichten meist obersilurische sind, so hat man in diesen darunter liegenden krystallinischen Silicatgesteinen das metamorphosirte Aequivalent der Untersilurformation zu finden gemeint. (*The Geology of Russia etc.* 1845, *p.* 464 f.)

Auch in Scandinavien finden sich bedeutende silurische Ablagerungen, welche einestheils, wie im südlichen Schweden, auf Oeland und Gottland, noch horizontal gelagert sind, anderntheils, wie in Norwegen und Dalekarlien, durch spätere Dislocationen in ihrer Lagerung mehr oder weniger gestört erscheinen.

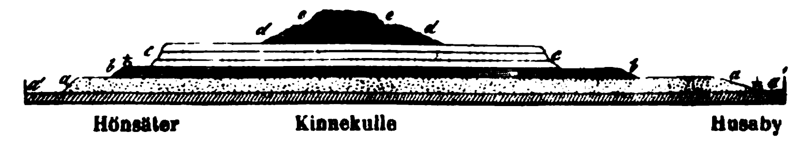
Wie noch gegenwärtig in Ostgothland, so müssen auch ehemals in Westgothland die silurischen Schichten über einen bedeutenden Theil des Landes eine stetig ausgedehnte horizontale Decke gebildet haben, welche daselbst

---

*) Ueber dieses interessante, zuerst aus der Silurformation Nordamerikas bekannt gewordene Fossil gab Dr. Nieskowski eine vortreffliche Monographie im Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, B. II, 1858, S 299 ff. Nach des Verf. Untersuchungen gehört Eurypterus in die Ordnung der Poecilopoden, und ist am nächsten verwandt mit der jetzt lebenden Gattung *Limulus*.

später von einer Trappdecke überlagert wurde. Durch gewaltsame Ereignisse sind jedoch diese Ablagerungen grösstentheils zerstört und fortgeschafft worden, so dass nur einzelne Parcellen rückständig geblieben sind, welche durch ihren terrassenförmigen Bau und durch die auf ihren Gipfeln oft noch aufragenden Ueberbleibsel der Trappdecke eigenthümliche und sehr auffallende Erscheinungen in der dortigen Landschaft bilden. Diese alten Sedimentschichten, welche von unten nach oben die Reihenfolge: Sandstein, Alaunschiefer, Kalkstein und Thonschiefer erkennen lassen, wurden auf der, lange vorher nivellirten Oberfläche der Urgneissformation abgesetzt, welche auch stellenweise das Material zu den untersten Sandsteinschichten geliefert hat. Durch ihre Fossilien sind sie aber ganz entschieden als Glieder der Untersilurformation charakterisirt, welche in Westgothland, Ostgothland, Småland und Schonen, eben so wie auf Oeland und Bornholm, durch ihre ungestörte Lagerung wie durch ihre organischen Ueberreste, eine grosse Analogie mit der gleichnamigen Bildung Westrusslands beurkundet.

Die breiten, auf der Ostseite des Wenersees terrassenförmig aufsteigenden Kuppen Westgothlands, zu welchen der Billingen, der Mösseberg, Olleberg und andere Hügel um Fahlköping, der Kinnekulle, der Hunneberg und Halleberg gehören, haben schon lange die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen. Kinnekulle, der berühmteste unter diesen Bergen (der »Brocken Westgothlands« wie ihn Hausmann nennt), erhebt sich 726 Fuss über den Spiegel des Wenersees, und lässt von unten nach oben folgende Etagen erkennen:



a') Gneiss, in steil aufgerichteten Schichten;

a) Sandstein, meist gelblich weiss, feinkörnig und fest, etwa 70 F. mächtig, bildet die erste Terrasse, und bedeckt unmittelbar die Schichtenköpfe der Gneissformation; ausser undeutlichen Fucoiden kennt man in ihm noch keine Fossilien;

b) Alaunschiefer, braunlichschwarz, matt, dickschieferig, mit ellipsoidischen Nieren, welche in der Mitte aus dichtem Kalkstein, nach der Peripherie aus stängeligem Kalkspath bestehen, und nicht selten von weissen horizontalen Kalksteinlagen durchsetzt werden; dieser Schiefer ist 50 Fuss mächtig, und enthält in seinen Kalksteinnieren viele Trilobiten der primordialen Fauna;

c) Kalkstein, roth oder grau, dicht, dünnschichtig, fast plattenförmig, reich an Orthoceren, Echinosphäriten und Trilobiten, ist 165 F. mächtig und bildet die zweite, stellenweise mit senkrechten Wänden abstürzende Terrasse;

d) Thonschiefer, grünlichgrau mit vielen Graptolithen und anderen organishen Ueberresten;

e) Trapp, nach unten dicht und horizontal plattenförmig, nach oben immer deutlicher krystallinisch und in verticale Pfeiler und Säulen abgesondert.

Aehnlich ist die Zusammensetzung der übrigen Berge, nur dass an einigen derselben diese oder jene Etage vermisst wird, und an anderen, wie z. B. am Hunneberge und Halleberge, der Trapp unmittelbar dem Alaunschiefer aufliegt. In

Ostgothland, wo die silurische Formation eine weit ausgedehnte Ebene bildet, besteht sie gleichfalls von unten nach oben aus Sandstein, Alaunschiefer und Kalkstein. Eben so lässt die, der Küste von Småland vorliegende Insel Oeland noch ganz dieselbe Zusammensetzung aus denselben drei Gliedern erkennen. Dass aber auch diese Insel noch untersilurisch ist, diess beweisen die im Kalksteine vorkommenden Fossilien, von welchen wir nur *Echinosphaerites aurantium* und *E. pomum*, *Caryocystites granatum*, *Orthis calligramma*, *O. moneta*, *Orthoceras duplex*, *O vaginatum* und *Asaphus expansus* hervorheben.

Die Insel Gottland wird dagegen ganz entschieden von der Obersilurformation gebildet; wie denn Hisinger schon im Jahre 1826 aus petrographischen und paläontologischen Gründen die Ueberzeugung aussprach, dass die dortigen Bildungen als jüngere Glieder der Uebergangsformation zu betrachten seien. Diese Ansicht ist später vollkommen bestätigt und namentlich von Murchison bestimmter dahin ausgesprochen worden, dass das Gottlander Schichtensystem eine vollständige Entwicklung der Obersilurformation, eine genaue Parallelbildung der Wenlock- und Ludlow-Gruppe Englands darstellt. In der obersten Etage dieses Schichtensystems treten auch die merkwürdigen oolithischen Kalksteine auf, von welchen oben (S. 281) die Rede gewesen ist.

Obgleich diese grosse Insel nirgends 300 F. hoch über dem Meeresspiegel aufragt, und einen ganz flachen Landstrich bildet, so ist doch an den steilen Küsten ihr Felsenbau recht gut aufgeschlossen. Wir entlehnen das nachstehende Profil, von Wisby bis Grötlingbo, und die folgenden Erläuterungen aus der betreffenden Abhandlung Murchisons*).



Die bei Wisby anstehenden Schichten bilden auch den weiter nördlich liegenden Theil der Insel. Als tiefste Etage sieht man dort dunkelgrauen Schiefer (*a*) mit Kalksteinnieren, ganz ähnlich dem Wenlockschiefer Grossbritanniens, mit *Rhynchonella plicatella* und *Spirigerina reticularis* und *aspera*, *Strophomena depressa*, *Orthis biloba*, *Orthis elegantula* und anderen Fossilien. Darauf folgt zunächst ein röthlicher Krinoidenkalkstein (*b*), in 3 bis 4 Fuss mächtigen Schichten, nach oben bei Hög-Klint in grauen Kalkstein übergehend, der grosse, unregelmässige Concretionen, ähnlich den *ballstones* (S. 339) des Wenlockkalksteins, umschliesst. Da nun diese Kalksteinbildung durch ihre Fossilien, wie z. B. durch *Halysites escharoides*, *Calamopora Gottlandica*, *Stromatopora striatella*, *Cystiphyllum helianthoides*, *Heliolites interstincta*, *Eucalyptocrinus decorus*, *Merista tumida*, *Pentamerus galeatus*, *Euomphalus rugosus* und *funatus*, *Orthoceras annulatum* und *ibex*, *Calymene Blumenbachii*, und durch sehr viele andere Formen ganz unzweifelhaft als das Aequivalent des Wenlockkalksteins charakterisirt wird, so dürften

* *Quart. Journ. of the geol. soc. III*, 1847, *p.* 19 f. Da Wisby von Grötlingbo viele Meilen entfernt ist, so hat man sich die Schichten beinahe horizontal zu denken, was freilich in dem Holzschnitte, bei der unverhältnissmässigen Grösse der verticalen zu den horizontalen Dimensionen, nicht gehörig hervortritt. Eine neuere und ausführlichere Darstellung der Insel Gottland gab Friedrich Schmidt im Jahre 1859.

sich nicht leicht zwei gleichzeitige Ablagerungen nachweisen lassen, welche, bei einer Entfernung von 200 Meilen, eine so grosse petrographische und paläontologische Uebereinstimmung zeigen, wie die Kalksteine von Wisby und Wenlock.

Von Hög-Klint nach Süden lässt sich dieser Kalkstein bis nach der Bai von Klinte verfolgen, wo er von einem grünlichgrauen Schiefer (*c*) bedeckt wird, welchen Murchison dem unteren Ludlowschiefer vergleicht. Ueber diesem steigt terrassenförmig der Kalkstein von Klinteberg (*d*) auf, welcher mindestens 60 Fuss mächtig ist, und *Pentamerus Knightii*, *P. conchidium*, *Rhynchonella Wilsoni*, *Spirigerina reticularis* sowie zahlreiche Korallen, darunter *Halysites catenularia*, *Calamopora Gottlandica*, *Heliolites interstincta* nebst anderen, Korallenriffe bildenden Formen enthält, nach oben aber ein Aggregat von Krinoidenresten darstellt und von Murchison für das Aequivalent des Aymestry-Kalksteins gehalten wird.

Endlich erhebt sich noch weiter südlich, bei Grötlingbo, eine neue Terrasse (*e*), welche aus sandigem Kalkstein und kalkigem Sandstein mit untergeordneten Schichten von oolithischem und pisolithischem Kalkstein besteht, und durch ihre Fossilien (z. B. durch *Avicula retroflexa*, *Chonetes striatella*, *Orthonota retusa*, *Turbo corallii* nebst vielen anderen Formen) als ein oberes Glied der Ludlow-Gruppe charakterisirt wird. Sie senkt sich ganz allmälig nach Süden ein, erreicht bei Hoburg den Meeresspiegel, und wird dort, so wie schon bei Bursvik von einem noch jüngeren Korallen- und Krinoidenkalkstein überlagert, welcher schon zum Theil die Charaktere einer devonischen Bildung an sich trägt.

In Norwegen lassen sich vorzüglich zwei grosse Regionen der Silurformation unterscheiden, nämlich das Territorium von Christiania und jenes vom Mjösensee*). Das erstere breitet sich besonders auf der Westseite des Christianiafjordes aus, und erstreckt sich südlich bis Frederiksvärn, nördlich bis an den südlichen Theil des Mjösensees, so dass seine Längenausdehnung an 24 Meilen beträgt; doch wird es in dem grössten Theile seines Gebietes von Syenit und Porphyr bedeckt**). Das zweite Territorium liegt zu beiden Seiten des Mjösensees, gränzt südlich sehr nahe an das vorige, reicht nördlich bis gegen Lillehammer, und dehnt sich am meisten in ostwestlicher Richtung, vom Osenvand bis an den Randsfjord aus. In seinem Gebiete fehlen die genannten eruptiven Gesteine fast gänzlich; dafür wird es aber an seiner hangenden Gränze, also nach Norden und Westen, von krystallinischen Schiefern überlagert, welche sich ganz allmälig aus den unzweifelhaft sedimentären Schichten der Silurformation (stellenweise sogar im Streichen derselben) herausbilden sollen, und jener merkwürdigen und räthselhaften Formation angehören, deren Verhältnisse oben (S. 161 f.) in aller Kürze geschildert worden sind. Dazu gesellen sich aber noch andere, höchst auffallende Erscheinungen. So soll nach Keilhau in diesem ganzen Territorio das Streichen von ONO. nach WSW.,

---

*) Genaue Beschreibungen beider Territorien gab Keilhau in der *Gaea Norvegica I*. S. 1 ff. und S. 382 ff. Von der grössten Wichtigkeit sind die neueren Arbeiten Kjerulf's Das Christiania-Silurbecken, Christiania, 1855, und: Ueber die Geologie des südlichen Norwegens, Christiania, 1857; auch Murchison, *Siluria*, 2 *ed.* 1859, *p.* 367 ff.

**) Kjerulf trennt dieses Territorium in zwei verschiedene Bassins, nämlich in das Christiania-Bassin, welches die nächste Umgegend von Christiania bis zum Holsfjorde und bis nach Hadeland begreift, und in das Bassin an der Westseite des Christianiafjordes, zwischen Holmestrand, Frederiksvärn und Skien.

mit starkem und stets nach Norden gerichtetem Einfallen herrschen, weshalb sich für selbiges die Vorstellung eines silurischen Bassins gar nicht geltend machen lasse; vielmehr stelle es ein einziges, steil aufgerichtetes, paralleles Schichtensystem dar, dessen Querschnitt mehre Meilen lang sei, und an welches sich weiter nach Norden die krystallinischen Schiefer anschliessen. Ferner sollen diese Schichten bei Tomle, mit 60 bis 90° nördlicher Neigung, der fast horizontalen Oberfläche des Gneisses aufgesetzt sein, dessen Schichten ebendaselbst 45° in SO. fallen*). Wie räthselhaft aber auch viele Erscheinungen des Mjösendistrictes sein mögen, so lassen es doch die organischen Ueberreste und die Aehnlichkeit seiner Gesteine mit denen des Christianiadistrictes kaum bezweifeln, dass wir es in beiden mit einer und derselben Bildung zu thun haben, welche, wie Lyell schon im Jahre 1837 erkannte, und später von Murchison**) ausführlicher bewiesen worden ist, ganz entschieden der Silurformation angehört.

Gegen die vorerwähnten Darstellungen Keilhaus machte jedoch später Kjerulf die Ansicht geltend, dass die wirklich silurischen Gesteine des Bassins von Christiania keinesweges ein einziges, paralleles Schichtensystem von so excessiver Mächtigkeit, sondern ein nur höchstens 2000 Fuss mächtiges Schichtensystem bilden, welches durch wiederholte Faltungen zu sehr vielen Sätteln und Mulden aufgerichtet worden ist. Durch viele, nach verschiedenen Richtungen mit grosser Genauigkeit aufgenommene Profile ist diese Architektur für das genannte Bassin von Kjerulf so bestimmt nachgewiesen worden, dass welche durchaus nicht bezweifelt werden kann. Auch stimmt dieses Resultat sowohl mit denen von Tellef Dahll bei Skien und Porsgrund beobachteten Verhältnissen überein, wo die Silurformation in ihrer ganzen Vollständigkeit als ein ungefaltetes und wirklich paralleles Schichtensystem von höchstens [illegible] Fuss Mächtigkeit zwischen dem primitiven Gneisse und der devonischen Formation entblöst ist***).

Die nördlich von Mjösensee aber bis nach Dovrefjeld und Gudbrandsdalen hin auftretenden, sehr mächtigen fossilfreien Schichtensysteme von Quarzit, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Amphibolit u. s. w. betrachtet Kjerulf theils als Glieder der cambrischen Formation, theils als die metamorphischen Aequivalente der silurischen und devonischen Formation. Indem wir diese letztere Anschauungsweise einstweilen auf sich beruhen lassen, wenden wir uns zu einer kurzen Schilderung der wirklichen und unzweifelhaften Silurformation Süd-Norwegens nach Kjerulfs Darstellungen.

---

*) Keilhau, a. a. O. S. 385. Dieses Lagerungsverhältniss, von welchem Keilhau glaubt, dass es sich auch anderwärts wiederhole, würde ganz unbegreiflich sein, wenn es wirklich in grosser Ausdehnung stetig nachgewiesen werden könnte.

**) *The Geology of Russia*, p. 11 ff. und *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. I*, 1845 *p.* 467 ff. auch *vol. VIII*, *p.* 182 ff. und *Siluria*, 1. *ed. p.* 349 f. sowie 2. *ed. p.* 367 ff.

***) Ueber diese sehr interessanten Verhältnisse der Gegend von Skien und Porsgrund gab Tellef Dahll eine lehrreiche Abhandlung in Kjerulfs Werk: Ueber die Geologie des südlichen Norwegens, S. 114—144.

b. Oberer Krinoidenmergel und Orthoceraskalkstein; der Mergel ist grünlich, grau oder roth, der Kalkstein ist blaulichgrau; *Encrinites malmöensis*, einige Korallen und grosse Orthoceren mit subcentralem Sipho sind für diese Etage besonders bezeichnend.

6. Aequivalente der Ludlow-Gruppe. Sie werden durch die etwa 180 Fuss mächtige obere Malmö-Gruppe repräsentirt, in welcher Kjerulf besonders folgende Abtheilungen unterscheidet.

a. Jüngste Graptolithenschiefer; dünnschieferige, graue oder grünliche, mehr oder weniger kalkige Thonschiefer mit *Monograpsus priodon*, *Retiolites Geinitzii*, *Crotalocrinus rugosus*, *Leptaena transversalis* und *Spirigerina reticularis*.

b. Oberer Malmökalkstein, nach unten grau, nach oben mehr blaulich, mit untergeordneten Schichten von thonigem Schiefer (*mudstone*) und von Mergel, reich an Versteinerungen, darunter viele Korallen des Wenlock-Kalksteins, *Orthis lunata*, *Leptaena transversalis*, *Rhynchonella navicula* und *R. nucula*, *Cyclonema corallii* und mancherlei andere Fossilien, welche auch schon in den tieferen Etagen der oberen Silurformation vorkommen.

§. 327. *Silurische Formation in Nordamerika.*

Am Schlusse unserer Betrachtungen müssen wir noch einen Blick auf die Silurformation Nordamerikas werfen, welche wegen ihrer ungeheuren Ausdehnung über einen Raum von 430 geogr. Meilen Länge und 320 Meilen Breite, wegen der, grösstentheils noch ganz ungestörten horizontalen Lagerung, wegen der ausserordentlich vollständigen Entwicklung aller drei Abtheilungen, der Unter-, der Mittel- wie der Ober-Silurformation, wegen ihres Reichthums an Bleiglanz im Gebiete der ersteren, und an Kochsalz im Gebiete der letzteren Abtheilung, und wegen der immer noch sehr grossen Analogieen, welche sie mit den Europäischen Bildungen zeigt, als das grossartigste, reichhaltigste und interessanteste Beispiel der Silurformation zu betrachten ist*).

Längs seiner nördlichen Gränze lehnt sich dieses grosse silurische Territorium an die primitiven Gesteine der Laurentinischen Kette, welchen es in discordanter Lagerung aufliegt. Allein an der Nordküste des Huronsees und

*) Nachdem Featherstonhaugh bereits im Jahre 1836 die Existenz der silurischen Formation in Nordamerika erkannt hatte, zeigte Conrad im Jahre 1838, dass die Uebergangsformation des Staates New-York eine sehr vollständige Aequivalentbildung der Englischen sei (im *Report on the geol. survey of the state of New-York, I part, p.* 127 ff.) und führte ein Jahr darauf in einem zweiten *Report* eine specielle Vergleichung für die verschiedenen Glieder durch. Ausführlicher geschah diess später von Verneuil, in seiner vortrefflichen Abhandlung: *Sur le parallelisme des roches des dépôts paléozoiques de l'Amerique septentrionale avec ceux de l'Europe* (*Bull. de la soc. géol. 2. série, IV*, 1847, p. 646 ff.) und von James Hall in seiner *Palaeontology of New-York*. Auch Marcou gab in dem so eben genannten *Bulletin, XII, p.* 819 ff. eine allgemeine Uebersicht der dortigen Silurformation. Die neueste und vollständigste, sehr fleissige und gründliche Arbeit der Art lieferte jedoch Bigsby, in seiner Abhandlung: *On the Palaeozoic Basin of the State of New-York*, welche im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 14, 1858, *p.* 335 ff. erschienen ist, und aus welcher wir unsere Darstellung entlehnt haben. Seine Parallelisirung der Nordamerikanischen und der Englischen Silurformation stimmt wesentlich mit jener von Verneuil überein.

zu beiden Seiten des Superiorsees, da erscheint unter den tiefsten silurischen Schichten, in discordanter Lagerung gegen sie selbst wie gegen die noch tieferen primitiven Schichten, ein gegen 10000 Fuss mächtiges Schichtensystem, welches von Logan, Whitney und Foster genau untersucht und als das Analogon der cambrischen Formation erkannt worden ist. Dasselbe besteht besonders aus Quarzit und Quarzconglomerat, aus Grünsteinschiefer und eigenthümlichen Conglomeraten mit Grünstein-Cäment und Geröllen von Syenit und Granit; es ist das Huronian System Logan's.

Ueber diesen älteren Bildungen folgt nun die eigentliche Silurformation in einer so vollständigen Entwickelung und in einer so stetigen Ausdehnung, wie sie ausserhalb Nordamerika wohl nirgends existirt. Zwischen der Appalachischen Gebirgskette, von Alabama bis nach Unter-Canada einerseits, und der Laurentinischen Kette, von Unter-Canada über den Superiorsee und Winnipegsee anderseits, endlich von da bis hinab nach Arkansas breiten sich die silurischen Schichten fast ununterbrochen aus, obgleich sie im Innern dieses ungeheuern Verbreitungsgebietes über sehr grosse Flächen von der devonischen und carbonischen Formation bedeckt werden. Man kennt sie aber auch vom Winnipegsee aus im hohen Norden bis an die Mündung des Mackenzieflusses, in der Wellingtonstrasse, in der Prinzregent-Einfahrt, auf der Melville-Insel, und eben so im Süden in den westlichen Gegenden von Texas.

Am genauesten erforscht wurde bisher diese grosse nordamerikanische Silurbildung im Staate Neu-York und in Canada; auch dürfte sie nirgends vollständiger vorliegen, als gerade in Neu-York, weshalb denn ihre dortige Ausbildungsweise als die typische gelten kann, welche die Zusammensetzung der Formation in ihrer vollendetsten Entwickelung erkennen lässt. Wenn sie nun auch in anderen Regionen nicht immer in gleicher Vollständigkeit auftritt, wenn dort bald diese bald jene der in Neu-York fixirten Etagen vermisst wird, so hat sich doch der Unterschied der unteren und der oberen Silurformation überall geltend machen lassen, wie es denn James Hall schon im Jahre 1847 hervorhob, dass in Neu-York mit dem Schlusse der Untersilurformation ein sehr bestimmter und wichtiger Abschnitt in der Entwickelung der silurischen Fauna bemerklich sei. Aber auch die mittlere Silurformation ist unzweifelhaft vorhanden, und wird wie in Europa wenigstens in ihrem obersten Gliede durch das oft massenhafte Auftreten von *Pentamerus oblongus* charakterisirt. Indem wir daher die von James Hall und von Bigsby vorgeschlagene dreifache Eintheilung zu Grunde legen, erhalten wir folgende Uebersicht der Silurformation Nordamerikas.

I. Untersilurformation.

Die verschiedenen Etagen dieser Abtheilung sind über die weitesten Räume ausgedehnt, und behaupten auf grosse Distanzen dieselbe petrographische Beschaffenheit; die Fauna beginnt mit sehr wenigen Species, entfaltet aber bald eine grosse Manchfaltigkeit der Formen, und lässt oft eine weite Verbreitung identischer Species erkennen. Im Staate Neu-York werden sieben verschiedene Etagen un-

terschieden, von denen jedoch die vierte eine geringere Bedeutung zu besitzen scheint, als die übrigen:

1. Potsdam-Sandstein. Ein quarziger Sandstein von weisser und grauer, auch wohl rother und grünlicher Farbe, oft gestreift oder gefleckt, nicht selten thonig und eisenschüssig, bisweilen conglomeratartig durch Quarzgerölle; von den wenigen Fossilien sind besonders wichtig *Lingula prima* und *L. antiqua*, welche bisweilen so reichlich auftreten, dass sie eine Parallelstructur des Gesteins hervorbringen; ferner *Scolecolithus linearis*, und einige Species von *Dikelocephalus*; seine Mächtigkeit beträgt in Neu-York 250 bis 400 Fuss.

2. Kalkiger Sandstein (*Calciferous Sandstone*). Er besteht aus gelblichem Quarzsand mit kalkigem Bindemittel, und geht daher einerseits in gewöhnlichen Sandstein, anderseits in Kalkstein über; bisweilen wird er oolithisch, und nicht selten hält er Anthracit eingesprengt. Von organischen Ueberresten sind vorzüglich Fucoiden, in Steinkernen und Abdrücken zu erwähnen; so zumal *Palaeophycus tubulosus* und *P. irregularis*, auch *Bythotrephis antiqua* (= *Chondrites antiquus*); ausserdem finden sich *Lingula acuminata*, mehre Species von *Ophileta*, *Maclurea*, *Turbo*, sowie die beiden auch in Europa bekannten Formen *Bellerophon sulcatus* und *Orthoceras laqueatum*. — Dieser Sandstein folgt im Allgemeinen den Ausstrichen des Potsdam-Sandsteins als ein schmaler Streifen, gewinnt aber am oberen Mississippi und Wisconsin sowie am Osage eine grosse Verbreitung; im nordwestlichen Theile von Neu-York ist er 250 bis 300 Fuss mächtig.

3. Chazy- oder Blackriver-Kalkstein. Grauer bis blaulicher, dichter oder subkrystallinischer Kalkstein, häufig als Krinoidenkalkstein ausgebildet, sehr dickschichtig und etwa 100 Fuss mächtig. Diese Etage ist reich an thierischen Ueberresten, zumal an Krinoiden, Korallen, Brachiopoden, Gastropoden und Cephalopoden, unter den letzteren die Gattungen *Orthoceras*, *Ormoceras* und *Endoceras*; auch treten in ihr die Trilobiten-Gattungen *Asaphus*, *Illaenus* und *Isotelus* zuerst auf; unter den Gastropoden ist besonders *Maclurea magna* sehr bezeichnend, welche zuweilen ganze Schichten erfüllt. Sowohl diese Species, als auch mehre Species von Korallen und Cephalopoden, wie namentlich *Lituites convolvens*, *Orthoceras duplex*, *O. commune*, und der Trilobit *Illaenus crassicauda* sind auch in Europa bekannt.

4. Vogelaugen-Kalkstein (*Birdseye-Limestone*). Blaulichgrau, feinkörnig bis dicht, dickschichtig, überhaupt petrographisch ganz ähnlich dem Blackriver-Kalkstein; nur etwa 30 Fuss mächtig, nach Süden hin sich verschmälernd, und oft ganz fehlend. Er wird vorzüglich charakterisirt durch ein paar Fucoiden, *Phytopsis tubulosa* und *Ph. cellulosa*, sowie durch mehre Species von *Murchisonia*, *Pleurotomaria* und *Orthoceras*; *Murchisonia angulata*, *Lituites convolvens* und *Illaenus crassicauda* finden sich wie in Europa.

5. Trenton-Kalkstein. Nach unten schwarz oder dunkel blaulichgrau und dünnschichtig, nach oben mehr hellgrau und dickschichtig; seine Schichten werden durch Zwischenlagen von Schiefer getrennt, welcher höher aufwärts immer mehr überhand nimmt, und zuletzt fast allein auftritt. Dieser Kalkstein ist unstreitig eines der wichtigsten Glieder der Untersilurformation Nordamerikas, sowohl nach seiner Verbreitung und Mächtigkeit, als auch nach seinem Reichthum an organischen Ueberresten, von denen bereits an 260 Species bekannt sind. Man kennt ihn auf der Nordseite des Golfs und des Stromes St. Lorenzo, am Ontario-, Huron- und Superiorsee und von da bis nach Illinois auf 1700, von Montreal bis nach Centreville in Alabama über 1100 engl. Meilen weit; dabei stellenweise 300 bis 400 Fuss mächtig, obgleich er sich, zumal nach Osten hin, bedeutend verschmälert. Er umschliesst auch in Wisconsin und den angränzenden Theilen von Illinois und Missouri die reichen Lagerstätten von Bleiglanz, welches Mineral in

der Form von Lagen und Trümern auf den Schichtungsfugen und Klüften des Gesteins zur Ausbildung gelangt ist. Unter den Fossilien erlangen besonders die Brachiopoden (72 Species), die Gastropoden (37), die Cephalopoden (44 Species, zumal Orthoceren mit grossem lateralen Sipho) und die Trilobiten (25 Sp.) eine grosse Wichtigkeit; fast 50 Species sind als identisch mit solchen erkannt worden, die auch in der Silurformation Europas vorkommen.

6. Utica-Schiefer. Ein schwarzer oder schwärzlich blauer, in Ohio und anderen Staaten ein grüner, braun verwitternder Schiefer, oft reich an Graptolithen, hält aber auch verschiedene Brachiopoden u. a. Fossilien, überhaupt 48 Species, von denen 20 auch in Europa bekannt sind. Obgleich nicht sehr mächtig, bildet er doch ein sehr constantes Glied zwischen dem Trenton-Kalkstein und der Hudsonriver-Gruppe, und ist daher sehr verbreitet.

7. Hudsonriver-Gruppe. Diese Etage zeigt in verschiedenen Gegenden eine sehr verschiedene petrographische Beschaffenheit; bald sind es dunkelgraue bis schwarze Schiefer, bald schieferige Kalksteine, bald graue und grünliche Sandsteine mit untergeordneten Kalksteinschichten, welche diese Gruppe vorwaltend zusammensetzen; oft entwickelt sie sich so allmälig aus den Utica-Schiefern, dass gar keine scharfe Gränze gezogen werden kann. Bei Saltspringville und Balston brechen aus ihr die tiefsten Salzquellen hervor, welche man kennt. Sie ist ebenfalls ein sehr constantes Glied der Untersilurformation Nordamerikas; aus Neu-York verbreitet sie sich nördlich nach Canada, südlich nach Neu-Jersey und Pennsylvanien, westlich über den Ontariosee bis jenseits des Superiorsee; auch in Ohio, Kentucky, Indiana, Missouri und am Mississippi ist sie bekannt, überhaupt von Gaspé in Unter-Canada bis nach Harrisburg auf 1400, von Massachusetts bis Wisconsin auf 1200 engl. Meilen weit ausstreichend. Ihre Mächtigkeit beträgt 500 bis 800 Fuss. — Die Schiefer und Sandsteine sind sehr arm an organischen Ueberresten, mit Ausnahme der Graptolithen, von denen sie 10 Species enthalten. Die Kalksteine haben bereits 103 Species von Fossilien erkennen lassen, von welchen 42 aus älteren Etagen heraufreichen, 60 aber dieser Etage eigenthümlich angehören; 38 Species kennt man auch in Europa.

Anmerkung. Ueber die Parallelisirung dieser verschiedenen untersilurischen Etagen Nordamerikas mit den Gruppen der Untersilurformation Grossbritanniens spricht sich Ramsay (*Siluria*, 2. *ed. p.* 471) dahin aus, dass der Potsdam-Sandstein der primordialen Gruppe, der *Calciferous Sandstone* den untersilurischen Schichten Nordschottlands mit *Maclurea, Ophileta* u. s. w., der Blackriver-, Birdseye- und Trenton-Limestone der eigentlichen Llandeilo-Gruppe, endlich der Utica-Schiefer und die Hudsonriver-Gesteine der Caradoc-Gruppe entsprechen. Diese Gruppirung stimmt auch mit derjenigen, welche Bigsby vorschlägt, nur dass er den *Calciferous Sandstone* mit dem Potsdam-Sandstein zu einer Gruppe verbindet.

II. Mittelsilurformation.

Diese Abtheilung ist vorwaltend durch Sandsteine und Conglomerate, durch das Verschwinden der untersilurischen und das Erscheinen neuer Fossilien, durch die Häufigkeit der Fucoiden und durch einige andere paläontologische Eigenthümlichkeiten charakterisirt, zu denen auch das erste und reichliche Auftreten von glatten Pentamerus-Arten gerechnet werden kann. Man unterscheidet folgende drei Etagen.

8. Oneida-Conglomerat. Diese Gruppe besteht aus Quarz-Conglomerat, aus weissen, gelben oder rothen Sandsteinen, und aus rothen oder grünen Schiefern; sie ist 60 bis 500 Fuss mächtig, dabei fast ganz leer an organischen Ueberresten, existirt nicht in den westlichen Staaten, lässt sich aber auf der atlantischen Seite von Gaspé in Canada durch Neu-York, Neu-Jersey und Pennsylvanien bis

nach Virginien verfolgen; sie trägt, wie alle Conglomerate, mehr den Charakter einer localen Bildung.

9. Medina-Sandstein. Ein rother, bunter oder auch grauer, mehr oder minder thoniger Sandstein, oft mit discordanter Parallelstructur; auch Schichten von Schieferletten, und andere von quarzitähnlicher Beschaffenheit. Diese Sandsteinbildung ist gewöhnlich fossilfrei; stellenweise jedoch und in gewissen Schichten finden sich Fossilien, überhaupt aber nur 17 Species, unter welchen vorzüglich der oft in erstaunlicher Menge angehäufte Fucoid *Harlania Hallii Göpp.* zu erwähnen ist; andere häufiger vorkommende Formen sind *Lingula cuneata Conr.*, *Atrypa oblata Hall*, *Modiolopsis orthonota Hall* und *Pleurotomaria pervetusta Hall*. Viele Salzquellen entspringen im Gebiete dieser Etage, welche, bei einer Mächtigkeit von 100 bis 350 Fuss, von Oneida aus einerseits bis zum Michigansee an 1100, anderseits in südwestlicher Richtung an 750 engl. Meilen weit bekannt ist.

10. Clinton-Gruppe. Sie hat eine sehr wechselnde petrographische Beschaffenheit; doch sind grünliche Schieferletten (*shales*,) und rothe oder graue Sandsteine vorwaltend; mehr untergeordnet erscheinen Kalksteine, welche aber doch zuweilen eine bedeutende Mächtigkeit gewinnen, und oolithische Eisenerze, die zumal in den Gegenden am Genesee sehr mächtig werden. Die Mächtigkeit dieser, im mittleren Theile des Staates Neu-York sehr entwickelten Etage beträgt meist 50 bis 100 Fuss. Sie ist sehr reich an Fossilien, von denen bereits über 130 Species bekannt sind; unter ihnen spielen besonders Fucoiden aus den Gattungen *Bythotrephis*, *Palaeophycus* und *Rysophycus* eine wichtige Rolle; die silurische Koralle *Halysites catenularia* tritt hier zum ersten Male auf; *Pentamerus* beginnt mit drei Species, von denen *P. oblongus* oft ganze Schichten erfüllt, in Neu-York wie in Ohio, Wisconsin und Iowa; Cephalopoden sind in vielen, Conchiferen, Gastropoden und Trilobiten nur in wenigen Species vorhanden; wurmähnliche Laufspuren von Crustaceen und Gastropoden finden sich nicht selten. Von sämmtlichen Species sind 18 auch in Europa bekannt, 10 finden sich bereits in tieferen Etagen, und 28 gehen auch in höhere Etagen aufwärts.

III. Obere Silurformation.

Diese Abtheilung ist ausgezeichnet durch die Beständigkeit der petrographischen Eigenschaften ihrer verschiedenen Etagen, sowie durch den Reichthum und die Mannichfaltigkeit der organischen Ueberreste in den unteren und oberen Etagen.

11. Niagara-Gruppe. Sie beginnt mit dunkelfarbigen Schiefern oder Schieferthonen, und geht höher aufwärts in dunkel blaulichgrauen oder schwarzen Kalkstein über, welcher anfangs nur in concentrisch-schaligen Nieren, dann in einzelnen Schichten und endlich fast rein auftritt. Dieser Kalkstein ist oft etwas kieselig oder auch dolomitisch, und umschliesst nicht selten Cavitäten, welche mit Kalkspath, Braunspath, Gyps, Cölestin, Fluorit, Zinkblende und Pyrit erfüllt sind. Er bildet eine der grossen, constanten Gruppen der nordamerikanischen Silurformation, ist das unzweifelhafte Aequivalent der Wenlock-Gruppe Europas, und lässt sich von Neu-York aus einerseits weit nach Canada, anderseits nach Ohio, Indiana, Illinois, Wisconsin und Iowa verfolgen. Seine Mächtigkeit ist sehr verschieden; während sie am Hudson nur 4 Fuss beträgt, so wird sie weiter westlich immer bedeutender, und erreicht am Niagara schon 250, am Mississippi beinahe 1000 Fuss. Fossilien sind sehr zahlreich, und bereits in 180 Species nachgewiesen; besonders entwickelt sind die Korallen und Krinoiden (deren Ueberreste bisweilen ganze Schichten bilden) die Cystideen, Brachiopoden und Trilobiten; minder häufig erscheinen Conchiferen und Gastropoden. Von denen auch in Europa bekannten 42 Species erwähnen wir: *Calamopora gottlandica*, *Halysites catenularia*, *Heliolites interstincta*, *Stromatopora striatella*, *Strophomena depressa*, *Leptaena transversalis*, *Spirigerina reticularis*, *Sp. didyma*, *Rhynchonella*

Wilsoni, *Rh. bidentata*, *Rh. aprina*, *Orthis elegantula*, *O. flabellulum*, *O. lynx*, *O. biloba*, *Spirifer crispus*, *Sp. cyrtaena*, *Bellerophon dilatatus*, *Orthoceras annulatum*, *O. imbricatum*, *Calymene Blumenbachii* und *Cheirurus insignis*.

12. Onondaga-Gruppe. Eine aus Schieferthon, Mergel, Kalkstein, Dolomit und Gyps bestehende Ablagerung, nach unten roth, nach oben blaulichgrün oder grau gefärbt; der Gyps bildet Stöcke im Kalkstein, welche in zwei verschiedene Züge vertheilt sind, zwischen denen der zellige dunkelgraue Kalkstein von pyramidalen Krystallöiden nach Steinsalz (I, 473) ganz erfüllt ist. Organische Ueberreste fehlen fast gänzlich, ausgenommen in den tiefsten und in den höchsten Schichten, wo einige gefunden werden, darunter die drei europäischen Formen *Tentaculites ornatus*, *Calamopora gottlandica* und *Spirigerina didyma*. Die Mächtigkeit dieser Etage beträgt 700 bis 1200 Fuss; in ihrem Gebiete finden sich viele Salzquellen, und sie erstreckt sich von Schoharie in Neu-York bis an die Westseite des Michigansee über 1100 engl. Meilen weit; sie liegt auf der Niagara-Gruppe und da, wo diese gegen Osten verschwindet, auf der Clinton-Gruppe, endlich noch weiter östlich auf der Hudsonriver-Gruppe.

13. Es folgen nun noch vier, wenig mächtige Etagen, welche schon Verneuil zusammenfassen zu müssen glaubte, womit auch J. Hall und Bigsby ganz einverstanden sind*). Sie sind am besten bei Schoharie und in den Helderbergen entwickelt, liegen dort unmittelbar auf der Hudsonriver-Gruppe, und scheinen daselbst die Niagara-Gruppe zu vertreten. Von unten nach oben unterscheidet man einen blaulichen, thonigen, dünnschichtigen Kalkstein mit Tentaculiten, welche oft alle nach einer Richtung gestreckt sind, mit Cytherinen u. a. Fossilien, einen dickschichtigen Kalkstein mit *Pentamerus galeatus*, eine Ablagerung von Thon und thonigem Kalkstein mit vielen Species von *Capulus* u. a. Organismen, und endlich einen dichten Kalkstein, welcher abermals *Pentamerus* und andere Fossilien enthält.

Anmerkung 1. Auch in Südamerika ist nach Alcide d'Orbigny die Silurformation mehrorts in grosser Ausdehnung vorhanden, wie z. B. an der ganzen östlichen Gränze des Plateaus von Bolivia, vom Sorata bis zum Illimani; noch mehr entwickelt soll sie im Osten der östlichen Cordillere auftreten.

Anmerkung 2. Indem wir hiermit die Reihe der Beispiele aus dem Gebiete der Silurformation beschliessen, glauben wir noch eine allgemeine Bemerkung einschalten zu müssen, welche wir dem so eben erschienenen Werke Ferdinand Römer's über die silurische Fauna des westlichen Tennessee (Breslau, 1860) entlehnen. Nachdem der Verfasser gezeigt hat, dass von den 58 beschriebenen Species Tennessees nicht weniger als folgende 28 Species, nämlich:

*Astylospongia praemorsa***)	*Calamopora Forbesi*
Calamopora favosa	. . . . . . *cristata*
. . . . . . *Gottlandica*	. . . . . . *fibrosa*

* Bigsby sagt: *these subdivisions are found together as the result of one epoch by continuity of fossils and close mineral similarity; they are continuations of the Niagara or Wenlock period.* Ihre Fossilien, von denen 18 Species auch in Europa bekannt sind, entsprechen denen der englischen Wenlock- und Ludlow-Gruppe. *The Quart. Journ. of the geol. soc.* vol. 14, p. 371.

**) Dieser Spongit ist die *Siphonia praemorsa* von Goldfuss, welche in Europa auf den Inseln Gottland und Oesel sowie bei Zarsko-Selo vorkommt. Uebrigens haben wir das von Römer mitgetheilte Verzeichniss abdrucken lassen, um unsern Lesern diese höchst merkwürdige Verbreitung identischer Species in so entfernten Gegenden augenscheinlich vorzuführen.

Alveolites repens	*Spirigerina reticularis*
Heliolites interstincta	. . . . . *marginalis*
Halysites catenularia	*Merista tumida*
Thecia Swinderenana	*Rhynchonella Wilsoni*
Aulopora repens	*Pentamerus galeatus*
Orthis elegantula	*Orthoceras annulatum*
. . . *hybrida*	*Calymene Blumenbachii*
. . . *biloba*	*Ceraurus bimucronatus*
Strophomena depressa	*Sphaerexochus mirus*
. . . . *euglypha*	*Dalmanites caudatus* und
. . . . *pecten*	*Bumastus Barriensis*

identisch mit solchen der nordeuropäischen Silurformation sind, wirft er einen vergleichenden Blick auf die Faunen der verschiedenen silurischen Territorien. Ausgehend von dem auffallenden Contraste, welcher sich zwischen der so reichen Fauna der böhmischen Silurformation einerseits, und den Faunen der englischen, skandinavischen, russischen und nordamerikanischen Silurbildungen anderseits zu erkennen giebt, macht Römer aufmerksam darauf, dass auch die silurischen Territorien von Bogoslowsk*), des Harzes, Sachsens, des Thüringer Waldes, der Gegend von Hof, Frankreichs, Spaniens und Portugals eine grössere paläontologische Analogie mit dem böhmischen Territorio, als mit den vorerwähnten nordeuropäischen (und nordamerikanischen) Territorien zeigen, so dass also in Europa überhaupt zwei langgestreckte Verbreitungsgebiete oder Zonen der Silurformation von einem verschiedenen Typus der Specialfauna vorliegen. Die eine dieser Zonen begreift das nordwestliche Europa, von dem Flussgebiete der Petschora bis nach Cornwall; die andere Zone folgt der Längsaxe Europas von Bogoslowsk bis nach Portugal. Jene ist durch die baltisch-skandinavische, diese durch die böhmische Facies der Fauna charakterisirt. Der Contrast in dem paläontologischen Charakter beider Zonen ist ein so durchgreifender, als ob beide in zwei getrennten Meeren gebildet worden seien; etwa so, wie diess auch von der nord-europäischen und süd-europäischen Kreideformation angenommen wird. Merkwürdig ist es hierbei, dass die nordamerikanische Silurformation, soweit sie bis jetzt nach Süden bekannt worden ist, sich ganz entschieden an den nord-europäischen, und nicht an den central-europäischen Typus anschliesst.

Fünftes Kapitel.

Einige Beispiele aus der devonischen Formation.

§. 328. *Devonische Formation in England und Schottland.*

Dass die devonische Formation in Schottland und im mittleren England unter etwas anderen Verhältnissen ausgebildet ist, als in Devonshire, diess wurde bereits oben (S. 304) hervorgehoben. In Wales nämlich und in den angränzenden Grafschaften Englands erscheint sie, eben so wie in Schottland, der Hauptsache nach als eine mächtige Conglomerat- und Sandsteinbildung, welche wegen ihrer vorwaltend rothen Färbung und ihrer bathrologischen Stellung schon lange unter dem Namen *Old red sandstone* von den jüngeren rothen

*) Nach v. Grünewald's Untersuchungen.

Sandsteinbildungen jener Länder unterschieden worden war. In Devonshire dagegen sind es Grauwacken, Grauwackenschiefer und Thonschiefer, welche, als die vorherrschenden Gesteine der ganzen Bildung auftretend, dort eine weit grössere Aehnlichkeit mit denen auf dem Continente bekannten Vorkommnissen dieser Formation begründen. Auch in Betreff der Fossilien giebt sich eine bedeutende Verschiedenheit zu erkennen, indem der *Old red sandstone* hauptsächlich nur Ueberreste von Fischen enthält, wogegen die Gesteine des Territoriums von Devonshire Korallen, Conchylien und andere unzweifelhaft marine Organismen berherbergen. Allein trotz dieser auffallenden petrographischen und paläontologischen Verschiedenheit wird doch in beiden Gegenden die Formations-Identität durch die Lagerungs-Verhältnisse oder durch die Identität der bathrologischen Stellung erwiesen*).

Die Eigenthümlichkeit ihrer Entwicklung einerseits in Wales und Schottland, anderseits in Devonshire wird sich aus folgender kurzen Schilderung ihrer Verhältnisse ergeben.

Devonische Formation in Wales und den östlich angränzenden Grafschaften.

Der *Old red sandstone*, wie solcher in Südwales in den Grafschaften Brecknockshire, Caermarthenshire und Pembrokeshire, sowie in England in Shropshire, Herefordshire, Worcestershire und Monmouthshire auftritt, liegt in einem weiten, auf der Ost- und Westseite von den oberen Etagen der Silurformation begränzten Bassin. Ueber dem *tilestone*, welcher noch zur Silurformation gerechnet wird (S. 342), folgt unmittelbar, und meist mit concordanter Lagerung und petrographischem Uebergange die, vorwaltend aus Mergeln und dem sogenannten *cornstone* bestehende Hauptmasse des *Old red sandstone*, während höher aufwärts mächtige Conglomerate und Sandsteine gelagert sind; daher man auch in diesen Gegenden zwei Haupt-Etagen zu unterscheiden pflegt.

1. **Mergel und Cornstone.** Vorwaltend treten rothe und grüne, oft bunt gefleckte Schieferletten oder sogenannte Mergel auf, welche den Boden der reichsten Gegenden von Brecknockshire, Monmouthshire und Herefordshire bilden. Sie wechseln zumal nach unten und oben mit rothen und braunen Sandsteinen, während sie ausserdem unregelmässige Lager oder Nieren eines unreinen, mehr oder weniger sandigen oder mergeligen Kalksteins enthalten, welcher daselbst Cornstone genannt wird.

Die Sandsteine zeigen auf ihrer Oberfläche bisweilen runde oder hufeisenförmige Gestalten, welche für Erosionsformen gehalten werden; die Abstürze des Skirrid, unweit Abergavenny, und der Daren-Fels, nördlich von Crickhowell,

*) Austen betrachtet den *Old-red* als eine Süsswasserbildung, und meint daher, dass er, etwa so wie die Wealdenbildung, als eine Formation *hors de série* gelten müsse, weil die geologische Formationsreihe wesentlich auf die successiven marinen Bildungen gegründet sei. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 12, 1856, *p.* 52 ff. Schon früher hatte sich Sharpe gegen die Einordnung des *Old-red* in die devonische Formation erklärt (*ibid. vol.* 9, 1853, *p.* 18 f.). Dagegen bemerkt Murchison, dass die Lagerung des *Old-red* einerseits, und des Schichtensystems von Devonshire anderseits, zwischen der silurischen und der carbonischen Formation beide als völlig gleichzeitige und aequivalente Bildungen charakterisire, und dass in Russland die Fische des schottischen *Old-red* mit den Mollusken der Gesteine von Devonshire in denselben Schichten vereinigt seien. *Siluria,* 2. *ed. p.* 295 und 301.

zeigen dergleichen Ringe und Kreise in zahlloser Menge. Die Cornstones haben eine sehr verschiedene Beschaffenheit; meist sind sie roth oder hellgrün, bisweilen braun mit dunkelbraunen und grünen Adern, bei Ditton weiss und grün, bei Bromsgrove braun; an vielen Orten erscheinen sie conglomeratähnlich, indem sie aus kleineren Concretionen von Kalkstein bestehen, die im Sande oder Mergel stecken, und dann bilden sie die eigentlich sogenannten Cornstones, welche nicht als Brennkalk, sondern nur als Strassenmaterial benutzt werden. Die besten Lager sind fast krystallinisch, und ihr Gestein würde selbst als Marmor dienen können, wenn es in grossen Platten zu erlangen wäre. Ueberreste von fossilen Fischen, zumal von *Cephalaspis* und *Onchus*, sind stellenweise häufig in dieser Etage, und fallen sehr auf durch ihren Glanz und ihre Farbe.

2) Sandstein und Quarzconglomerat. Die bräunlichrothen und grünlichgrauen Sandsteine wechseln mit rothen und grünen Schieferletten, werden nach oben immer grobkörniger, und geben endlich in ein aus Quarzgeröllen und rothem Bindemittel bestehendes Conglomerat über. Diese Gesteine sind es, welche an der Nordwestseite der Kohlenreviere von Südwales die hohen Bergmassen der Fans von Caermarthen und Brecon bilden. In Pembrokeshire erscheinen die Sandsteine oft ganz wie Grauwacke, und im Black-Forest halten die tiefsten Schichten Pflanzenreste, welche vergebliche Versuche auf Steinkohlen veranlasst haben.

Die Mächtigkeit der ganzen Formation, welche in Herefordshire bis 10000 F.. und im Forest of Dean 7000 F. beträgt, wird nach Norden immer geringer, so dass jenseits Wenlock der *Old red sandstone* kaum noch nachzuweisen ist. Dieselbe Verminderung giebt sich in Nordwales zu erkennen; allein weiter nördlich, in Westmoreland und Cumberland gewinnt die Formation wieder eine grössere Bedeutung, was denn auch ganz besonders in Schottland der Fall ist. — Sehr auffallend ist in einer so mächtigen Ablagerung die grosse Armuth an organischen Ueberresten, indem man bis jetzt fast nur Fischreste entdeckt hat, welche im Cornstone und in den feineren Sandsteinen von Shropshire, Herefordshire und Brecknockshire vorkommen, und den Gattungen *Cephalaspis, Onchus, Ptychacanthus* und *Pteraspis* angehören.

Anm. In der Grafschaft Kilkenny in Irland sind in den gelben Sandsteinen des oberen *Old-red*, ausser Fischresten der Gattungen *Coccosteus* und *Dendrodus*, auch Pflanzenreste, z. B. *Cyclopteris hibernica* ein *Lepidodendron* u. a. gefunden worden; diese Schichten liegen fast unter gleicher Breite mit denen in Shropshire.

Devonische Formation in Schottland.

Die primitive Formation Schottlands ist in sehr vielen Gegenden von mächtigen Conglomerat- und Sandsteinmassen bedeckt worden, welche der Bildung des *Old-red* angehören. So lässt sich auf der Südseite der Grampians quer durch das ganze Land, von Dumbarton bis nach Stonehaven, eine viele tausend Fuss mächtige Ablagerung der Art verfolgen; ähnliche Massen erfüllen fast die ganze Grafschaft Caithness, spielen eine sehr wichtige Rolle auf den Orkaden und Shetland-Inseln*), und ziehen sich vom Brora-Loch südwärts nach Inverness, sowie von dort durch Banffshire und die Kette der Lochs fast bis an die Insel Mull. Die grösste Mäch-

*) An der den Shetland-Inseln östlich gegenüberliegenden Küste von Norwegen, im Ausgange des Sognefjordes und Dalsfjordes und auf den vorliegenden Inseln Indre-Sule, Melvär u. s. w. ist eine mächtige Conglomeratbildung abgelagert, welche z. Th. sehr schroffe und imposante Felsen bildet, und wahrscheinlich dem *Old-red* von Caithness entspricht, wenn sie nicht cambrisch ist. Vergl. meine Beiträge zur Kenntniss Norwegens, B. II, S. 118 ff. Uebrigens kennt man im südlichen Norwegen über der dortigen Silurformation devonische Sandsteine in bedeutender Mächtigkeit und Verbreitung.

tigkeit und die vollständigste Entwickelung zeigt sie wohl in Caithness und auf den Orkaden.

Nach Hugh Miller lässt sie in Nordschottland folgende Gliederung erkennen, zu deren Erläuterung das nachstehende, von Ansted entlehnte Diagramm dienen kann.



Die Basis des ganzen Systems ist gewöhnlich eine mächtige Ablagerung von Conglomerat (1), welche in Caithness eine hohe, bis zu 3500 Fuss aufsteigende Bergkette bildet. Darüber liegt ein grober Sandstein (2) von rother und gelblicher Farbe, wechsellagernd mit rothem und grünem Schieferletten, und bisweilen conglomeratartig, wie er sich denn überhaupt von dem unterliegenden Conglomerate nur durch die grössere Feinheit seiner klastischen Elemente unterscheidet. Den Sandstein bedeckt ein etwas glimmeriger, kalkig-bituminöser Schiefer (3), welcher vielorts gebrochen wird, zahlreiche Ueberreste von Fischen und auch undeutliche Pflanzenabdrücke enthält. Dann folgen abermals rothe Sandsteine mit bunten Schieferletten und Mergeln (4), in denen gleichfalls Fischreste gefunden werden. — Als das Aequivalent des eigentlichen Cornstone von England gilt in Schottland ein gewöhnlich blaulichgrauer, oft schiefriger oder plattenförmiger Sandstein (5), welcher freilich in petrographischer Hinsicht gar sehr von den bunten, kalksteinhaltigen Mergeln Englands abweicht. — In der obersten Gruppe der Formation unterscheidet Hugh-Miller rothe Conglomerate und bunte Sandsteine (6), welche Lager eines fossilfreien aber hornsteinhaltigen Kalksteins (7) halten, und endlich hier und da von einem gelben quarzigen Sandsteine (8) bedeckt werden, der die Conglomerate von Herefordshire vertritt, aber reich an organischen Ueberresten ist.

Uebrigens versteht es sich von selbst, dass die devonische Formation Schottlands nicht überall mit sämmtlichen hier aufgeführten Gliedern auftritt, indem bald diese, bald jene Glieder mehr oder weniger mächtig entwickelt, oder auch gar nicht zur Ausbildung gelangt sind. Die Ueberreste von Fischen aber, welche diese Bildung auf eine so merkwürdige Weise charakterisiren, gehören besonders den Geschlechtern *Cephalaspis*, *Pterichthys*, *Coccosteus*, *Diplopterus*, *Dipterus*, *Pamphractus*, *Cheiracanthus* und *Holoptychius* an. Auch ein kleines Reptil, *Telerpeton Elginense*, das älteste unter allen Reptilien, ist bei Elgin gefunden worden.

Während die vorstehende specielle Gliederung nach Hugh-Miller mehr auf petrographischen Verschiedenheiten beruht, so zeigte Murchison*), dass sich, unter Berücksichtigung der organischen Ueberreste, im *Old-red* Nordschottlands zweckmässigerweise drei Hauptglieder unterscheiden lassen:

1. Unterer Sandstein (*Lower Old-red*). Diese Etage beginnt überall mit mehr oder weniger grobstückigen Conglomeraten, welche aus Geröllen der nächsten krystallinischen Gesteine, also des neueren Gneisses, Quarzites, Granites u. s. w. bestehen; sie sind roth gefärbt, sehr mächtig geschichtet und mit Zwischenlagen von dunkelrothem Schieferletten versehen. Nach oben gehen diese Conglomerate in rothe Sandsteine über, welche bisweilen auch buntfarbig werden, und grünliche oder weisse Thongallen enthalten. So erscheint diese Etage nicht nur in Caithness, sondern auch in Sutherland, Ross, Inverness und weiterhin; obgleich nun in ihr noch keine erkennbare Fossilien gefunden worden sind, so hält

*) Im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 15, 1859, *p.* 394 ff.

sie Murchison doch für das Aequivalent der unteren, durch *Cephalaspis, Pterygotus* u. a. organische Ueberreste charakterisirten Abtheilung in Forfarshire, Shropshire und Herefordshire.

2. Bituminöse Schiefer (*Caithness Flags*). Nirgends in Grossbritannien werden diese Schiefer so viel in Platten gewonnen, und nirgends sind sie so reich an Fischresten, als in Caithness und auf den Orkaden; ja die Insel Pomona hat so viele Fische geliefert, dass sie richtiger Piscina heissen würde. Die Ueberreste dieser Fische gehören besonders den Gattungen *Osteolepis, Dipterus, Cheiracanthus, Diplopterus* und *Coccosteus*; überhaupt aber kennt man schon 72 Species; dazu gesellt sich noch auf den Inseln sehr häufig die der sog. *Posidonomya minuta* sehr ähnliche *Estheria Murchisoniana*. Von Pflanzenresten kommen Lycopodiaceen und Coniferen vor.

3. Oberer Sandstein (*Upper Old-red*). Aus den bituminösen Schiefern entwickeln sich allmälig hellfarbige, gewöhnlich gelbliche, bisweilen auch röthliche Sandsteine, welche die dritte Etage vorwaltend zusammensetzen, auf den Orkaden weit mehr als in Caithness entwickelt, auf den Shetland-Inseln aber fast allein vorherrschend sind. Sie enthalten dort viele Pflanzenreste, namentlich Stammtheile und Aeste, während ausserdem auch 15 Species von Fischen bekannt sind.

Diese dreigliederige, wesentlich auf paläontologische Unterschiede gegründete Eintheilung des *Old-red* macht Murchison überhaupt, sowohl für Schottland, als auch für England und Irland, in folgender Weise geltend (*Quart. Journ. vol.* 15, *p.* 437).

1. Unterer *Old-red*, mit *Cephalaspis Lyellii, C. Salweyi, C. asterolepis; Pteraspis Lloydii, P. rostratus; Pterygotus anglicus, Pt. problematicus, Parka decipiens*; in Schottland bis jetzt ohne Fossilien.
2. Mittler *Old-red*; besonders charakteristisch für ihn sind Ueberreste von *Pterichthys oblongus, Coccosteus decipiens, Cheirolepis Cummingiae, Diplacanthus longispinus, Glyptolepis leptopterus, Asterolepis Asmussi, Dipterus, Diplopterus, Cheiracanthus*; auch *Estheria*, Coniferenholz und Lepidodendron.
3. Oberer *Old-red*; in ihm finden sich vorzüglich *Holoptychius nobilissimus, H. Andersoni, Pterichthys hydrophilus, Bothriolepis favosa, Glyptopomus, Glyptolaemus*; auch *Cyclopteris hibernica*.

Devonische Formation in Devonshire*).

Die grosse Halbinsel Englands, welche sich zwischen dem Canal und dem Meerbusen von Bristol nach Westen hinausstreckt, besteht, so weit sie von Devonshire und Cornwall gebildet wird, wesentlich aus der devonischen Formation, aus der Steinkohlenformation, und aus mehren insularischen Granitpartieen (S. 219). Die Steinkohlenformation erfüllt im mittleren Theile des Landes einen fast rectangulären Raum, die centrale Region eines sehr weiten, von Ost nach West gestreckten Bassins, dessen nördlicher und südlicher Rand von devonischen Schichten gebildet wird, welche auf beiden Seiten unter die Schichten der Kohlenformation einschiessen; auf der Südseite greift jedoch die mächtige Granitmasse von Dartmoor weit in das Gebiet sowohl der carbonischen als auch der devonischen Formation ein. Sehen wir von dieser Granitmasse ab, so können wir sagen, dass die devonische Formation von Devonshire und Cornwall durch das breite

*) Wir entlehnen die Schilderung derselben aus der berühmten Abhandlung von Sedgwick und Murchison, in *Trans. of the geol. soc.* 2. *series*, V, 1840, p. 633 ff. unter Berücksichtigung des Werkes von Phillips über die paläozoischen Fossilien von Devonshire und Cornwall.

Bassin der Kohlenformation in eine kleinere nördliche, und in eine grössere südliche Region geschieden wird. Die Südgränze der nördlichen Region wird ziemlich genau durch eine von Barnstaple nach Bampton, die Nordgränze der südlichen Region durch eine von Boss-Castle nach Newton-Bushel gezogene Linie bestimmt, in welcher letzteren zwischen Tavistock und Ashburton die Granitmasse von Dartmoor aufragt. Die anderweiten Begränzungen beider Regionen werden fast überall durch die Meeresküsten gebildet.

A) Devonische Region im nördlichen Devonshire.

Sedgwick und Murchison unterschieden fünf verschiedene Gruppen, welche, im Allgemeinen nach S. oder SSW. einfallend, von Norden nach Süden über einander folgen, sich aber zweckmässig in drei Abtheilungen bringen lassen, indem man die erste und zweite, sowie die dritte und vierte Gruppe vereinigt.

I. Untere Abtheilung.

1. Gruppe, oder Gruppe von Linton; sie erscheint nur an den Nordküsten von Devonshire, bei Linton, im Valley of rocks und im Lynethale, wo sie die tiefsten Schichten eines Sattels bildet, dessen Flügel einerseits nach NNO. andererseits nach SSW. einfallen; auch kennt man sie, sowie die nächstfolgende Gruppe, in den Quantockhills in Somersetshire. Sie besteht aus harten, grauen, grünlichen oder röthlichen Quarzsandsteinen, welche von verticalen Klüften durchschnitten und reich an Abdrücken und Steinkernen von Fossilien sind; zwischen diesen Sandsteinen sind Schichten eines grünen chloritischen Schiefers eingeschaltet, die nach oben immer häufiger werden. Die Mächtigkeit dieser Gruppe beträgt etwa 1000 Fuss. Zu den wichtigsten Fossilien gehören *Fenestella antiqua, Petraia pluriradialis,* Krinoidenglieder, *Spirifer ostiolatus* und *aperturatus, Orthis longisulcata* und *granulosa, Chonetes sarcinulata, Pterinea spinosa, Pleurotomaria aspera, Bellerophon striatus* und *Orthoceras Ludense.*

2. Gruppe. Unmittelbar auf die vorige Gruppe folgen andere Gesteine, welche sich durch ihre grobe Textur und ihre rothe Farbe recht auffallend unterscheiden, und dem *Old red sandstone* sehr ähnlich erweisen. Die gröbsten Varietäten erscheinen als rothe Quarzconglomerate; an sie schliessen sich rothe, weisse, graue oder bunte, dickschichtige regellos zerklüftete Sandsteine an, während die feinsten Varietäten als rothe Grauwacken, Grauwackenschiefer und Schieferthone erscheinen, zwischen denen Lagen von glänzendem Thonschiefer auftreten. Diese Gruppe ist an den Küsten von Castle-Rock bis Combe-Martin entblöst, an 3 Engl. Meilen breit, daher jedenfalls sehr mächtig, aber ganz frei von Fossilien. Einige Schichten sind so reichlich mit Eisenoxyd imprägnirt, dass man ihr Gestein als Eisenerz benutzt.

II. Mittlere Abtheilung.

3. Gruppe, oder Gruppe von Ilfracombe. Sie beginnt mit groben kieseligen Gesteinen, auf welche eine mächtige Zone von grauem sandigem Thonschiefer folgt, die 8 bis 9 Züge von kalkigen Schiefern und von Kalkstein umschliesst; ein solcher Kalksteinzug ist 60 Fuss mächtig, die übrigen sind schmäler und überhaupt nicht sowohl in stetigen Schichten, als in einzelnen Lenticularstöcken ausgebildet. Bei Ilfracombe sieht man diese Gruppe sehr schön entblöst, welche bei 35° Fallen $1\frac{1}{2}$ Engl. Meilen breit ist. Von Fossilien sind besonders Korallen, namentlich *Cyathophyllum caespitosum* und *vermiculare, Calamopora polymorpha* und *fibrosa,* auch einige Brachiopoden, darunter *Stringocephalus Burtini,* zu erwähnen.

4. Gruppe. Sie ist 4 bis 5 Englische Meilen breit, und zeigt eine sehr steile Schichtenstellung, mit vielfachen antiklinen und synklinen Zonen, daher sich die-

selben Schichten mehrmals wiederholen. Nach unten besteht sie aus weichen, grünen (chloritischen) Schiefern, welche sehr reich an Lagen, Trümern und Nestern von weissem Quarz sind; nach oben walten mehr graue, grünlichgraue und rothe Sandsteine vor, welche mit grünen und rothen Schieferlagen abwechseln. Organische Ueberreste kennt man aus dieser Gruppe eben so wenig, als aus der zweiten.

III. Obere Abtheilung.

5. Gruppe, oder Gruppe von Pilton, und Barnstaple. Sie entwickelt sich aus der vorigen, indem die grauen oder braunen, glimmerreichen Sandsteine häufiger und zuletzt allein herrschend werden; zwischen ihnen finden sich poröse eisenschüssige Lagen voll Versteinerungen. Ueber diesen Sandsteinen folgt erdiger Grauwackenschiefer mit transversaler Schieferung; und ähnliche, mit Sandstein wechselnde, z. Th. kalkhaltige, oder selbst Stöcke von Kalkstein beherbergende Schiefer sind es, welche diese Gruppe beschliessen. Diese Gruppe ist am reichsten an Fossilien, von denen bereits im Jahre 1841 über 70 Species bekannt waren, besonders von Krinoiden, von *Spirifer*, *Terebratula*, *Cucullaea*, *Cypricardia*, *Bellerophon*, *Orthoceras* u. a. Doch sind diese Fossilien auffallend verschieden in verschiedenen Gesteinen; so kommen z. B. im Sandstein von Marwood die Cuculläen und Cypricardien zugleich mit Resten von Landpflanzen, im Schiefer von Pilton Trilobiten und *Spirifer disjunctus* vor, während dieselben Formen in den fossilreichen Kalksteinen fehlen. Diess beweist die Abhängigkeit der organischen Species von den localen physischen Bedingungen.

B) Devonische Region im südlichen Devonshire.

In der grossen devonischen Region von Süd-Devonshire, welche nach Westen in das Cornwaller Schiefergebirge verläuft, unterschieden Murchison und Sedgwick anfangs folgende vier Gruppen:

1) Die den Granit von Dartmoor umgebenden und mehr oder weniger metamorphosirten Schiefer.

2) Eine sehr mächtige Zone von schiefrigen Gesteinen, welche oft kalkig sind, und sogar untergeordnete Kalksteinlager enthalten, von denen namentlich die Lager von Ashburton und Newton-Bushel, und die mächtigen Stöcke von Torquay und Plymouth zu erwähnen sind. Alle diese Kalksteine von Süd-Devonshire sind einander sehr ähnlich, bald dicht und schiefrig, bald vollkommen krystallinisch, meist sehr reich an Korallen, zumal an *Calamopora polymorpha*.

3) Eine mächtige Ablagerung von rothen und bunten Sandsteinen.

4) Eine Gruppe weicher, glänzender Schiefer, welche mit quarzigen Schichten wechseln, und, wie es scheint, frei von Kalkstein und Fossilien sind.

Besonders ausgezeichnet ist auch diese Bildung von Süd-Devonshire durch das häufige Vorkommen von Grünsteinen und Grünsteintuffen, welche letztere sich mit den übrigen sedimentären Gesteinen auf das Innigste verbunden zeigen (S. 288), weshalb es gar nicht bezweifelt werden kann, dass die Eruptionen der dortigen Grünsteine in die devonische Periode fallen.

Später ist diese südliche Region Devonshire's und Cornwalls mit der nördlichen Region von Sedgwick genauer verglichen worden; (*Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 8, *p.* 1 ff.) Als das Resultat dieser Vergleichung ergiebt sich, dass dort die untere Abtheilung durch den Sandstein von Tor Bay, die mittlere Abtheilung durch die Gruppen von Plymouth und Dartmouth, die obere Abtheilung endlich durch die Gruppe von Petherwin repräsentirt wird. In den Kalksteinen und Schiefern von Plymouth, Ogwell, Newton Bushel und Torquay finden sich viele Korallen und

Conchylien, welche auch in der mittleren Abtheilung der belgischen, rheinischen und nassauer Devonformation vorkommen; z. B.

Cyathophyllum caespitosum	*Calceola sandalina*
Heliolites porosa	*Megalodon cucullatus*
Calamopora polymorpha	*Murchisonia bilineata*
Spirifer speciosus	*Macrochilus arculatum*
. . . . *heteroclytus*	*Euomphalus annulatus*
Pentamerus brevirostris	*Bronteus flabellifer*
Stringocephalus Burtini	*Harpes macrocephalus*

besonders charakteristisch ist auch *Atrypa desquamata.* Dagegen kennt man in dem Schiefer und Kalksteine von Petherwin

Spirifer disjunctus	*Clymenia laevigata*
Productus subaculeatus	. . . . . *striata*
Cardiola retrostriata	*Phacops granulatus*
Goniatites subsulcatus	*Cypridina serratostriata*

und viele andere oberdevonische Formen.

Alle diese Ergebnisse der neueren Forschung haben denn Murchison bestimmt, für die devonische Formation des südwestlichen England wie des Continentes eine gemeinschaftliche dreigliederige Eintheilung durchzuführen, wie solche zum Theil schon früher in Teutschland aufgestellt worden war.

§. 329. *Devonische Formation in Rheinpreussen und Westphalen, in Belgien, Nassau und am Harze.*

In den Rheinlanden breitet sich, von 50 bis $51\frac{1}{2}^0$ nördlicher Breite und von 22 bis $26\frac{1}{2}^0$ östl. Länge, eine mächtige Ablagerung der Uebergangsformation aus, welche nach allen ihren Verhältnissen grösstentheils in die devonische Periode gehört. Die Ardennen, der Hunsrück, der Taunus und der Westerwald sind nur einzelne, mehr hervorragende Theile derselben, und Belgien, Rheinpreussen, Westphalen und Nassau sind die Länder, in deren Gebiete sie eine besonders wichtige Rolle spielt.

In diesem ganzen Rheinischen Uebergangsgebirge giebt sich die Richtung ONO. nach WSW. als die herrschende Richtung des Streichens der Schichten zu erkennen, während das Fallen bald nach Norden, bald nach Süden gerichtet und häufigen, scheinbar ganz gesetzlosen Wechseln unterworfen ist, weshalb man eine beständige Wiederholung von antiklinen und synklinen, von muldenförmigen und sattelförmigen Schichtenzonen beobachtet. Die Erhebung des ursprünglich horizontal gelagerten Schichtensystems war also mit vielfachen parallelen Biegungen und Faltungen verbunden, und muss durch eine grossartige und allgemeine Ursache in der Richtung von SSO. nach NNW. bewirkt worden sein. Die Epoche dieser Hebung fällt aber zwischen die Perioden der carbonischen und der permischen Formation; denn die nordrheinische Steinkohlenformation ist in ganz ähnlicher Weise von ihr ergriffen worden, während der Zechstein bei Stadtberg in ungestörten, fast horizontalen Schichten der nivellirten Oberfläche des stark aufgerichteten Uebergangsschiefers aufruht.

A) Rheinpreussen und Westphalen*).

In diesen Gegenden lässt das Uebergangsgebirge nach F. Römer besonders zwei grosse Haupt-Abtheilungen, nämlich eine ältere, thonig-sandige, und eine jüngere, wesentlich kalkige Ablagerung unterscheiden. Die ältere erscheint fast überall als Grauwackenschiefer, Sandstein und Thonschiefer; die jüngere besteht aus Kalkstein, Mergel und Dolomit, welchen hier und da noch andere Gesteine zugesellt sind. Ueber dem Kalksteine folgt aber noch gewöhnlich eine dritte, aus mancherlei schiefrigen, kieseligen und kalkigen Gesteinen bestehende Abtheilung, welche sich nach oben unmittelbar an die Steinkohlenformation anschliesst. Wie sich also in England eine dreigliederige Eintheilung der devonischen Formation geltend machen lässt, so ist diess auch in Rheinpreussen und Westphalen der Fall; dieselbe Eintheilung entspricht aber auch den Verhältnissen in Belgien, in Nassau und am Harze, und es muss ihr daher eine um so allgemeinere Bedeutung zugestanden werden, als sie sich auch für Russland und Nordamerika bewährt hat.

1) Untere Abtheilung, oder Rheinische Grauwacke.

Grauwackenschiefer ist bei weitem als das herrschende Gestein zu betrachten, indem grobkörnige und conglomeratartige Grauwacke zu fehlen scheinen; nächst ihm ist ein grauer oder brauner, feinkörniger, fester Sandstein sehr verbreitet, und als drittes Gestein erscheint Thonschiefer, in verschiedenen Varietäten, am häufigsten jedoch schwarz, ziemlich fest, und deutlich aber unregelmässig schiefrig. Quarzit und Dachschiefer sind mehr als untergeordnete Gesteine zu betrachten; Kalkstein findet sich nur selten in einzelnen, schmalen, unreinen Schichten, wie z. B. bei Daleiden und Waxweiler.

Der herrschende Grauwackenschiefer, der Sandstein und der Thonschiefer pflegen durch Wechsellagerung mit einander verbunden zu sein; der Dachschiefer bildet einzelne, oft weit fortlaufende Zonen, der Quarzit aber zusammenhängende, über ihre Umgebung aufragende Kämme und Züge.

Die Fossilien erscheinen fast immer nur als Kerne und Abdrücke, sind im Allgemeinen sparsam vorhanden und nur auf einzelne Schichten beschränkt, welche jedoch bisweilen gänzlich von ihnen erfüllt werden**). Als einige der wichtigsten, d. h. an besonders vielen Fundorten vorkommenden Formem sind zu nennen:

Halyserites Dechenianus,	*Rhynchonella pila,*
Pleurodictyum problematicum,	. . . . . . *daleidensis,*
Cyathophyllum ceratites,	*Spirifer macropterus,*
Ctenocrinus typus,	. . . . *cultrijugatus,*
Spirigerina prisca,	*Orthis Beaumonti,*

*) Wir entlehnen die Schilderung dieser Regionen hauptsächlich aus dem trefflichen Werke von F. Römer: das Rheinische Uebergangsgebirge, 1844, und aus v. Dechen's Abhandlungen in den Verhandlungen des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande, unter Benutzung späterer Mittheilungen Römers in der Zeitschr. der deutschen geol. Gesellschaft. Der devonische Charakter dieser Gegenden wurde von Sedgwick und Murchison bereits im Jahre 1839 erkannt, obgleich sie damals noch einen Theil für silurisch hielten.

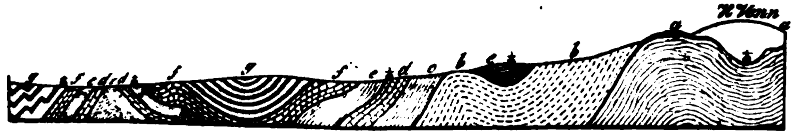
**) Wirtgen und Zeiler gaben in den Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinl. XI, 1854, S. 460 eine vergleichende Uebersicht der Fossilien der rheinischen Grauwacke, in welcher sie 465 Species aufführen, von denen 48 so häufig vorkommen, dass sie als Leitfossilien gelten können.

Chonetes dilatata,
. . . . *sarcinulata*,
Spirigera concentrica,
Pterinea lamellosa,
. . . . *costata*,
. . . . *truncata Röm.*
Sanguinolaria soleniformis Goldf.
Venulites concentricus,
Tentaculites annulatus (*scalaris*),
Homalonotus obtusus,
Cryphaeus laciniatus,
Phacops latifrons,
Spirorbis omphalodes,

Was die im südlichen Theile des Hunsrück und Tannus, sowie die in den Ardennen auftretenden, sehr krystallinisch erscheinenden und oft dem Glimmerschiefer, Talkschiefer und Chloritschiefer ähnelnden Gesteine anlangt, welche Dumont für ältere Schichten erklärte, so ist Römer ganz anderer Ansicht. ,,Weder in den Ardennen, sagt er, noch am Rheine können Bildungen höheren Alters, als die allgemein verbreitete Grauwacke unterschieden werden. Alle Abweichungen in der Gesteinsbeschaffenheit sind nicht Folgen eines verschiedenen Bildungsalters, sondern das Resultat später er, verändernder Einwirkungen."

Diese Ansicht dürfte jedoch noch weiterer Bestätigung bedürfen, obgleich sich Römer zu ihrer Begründung auf das Vorkommen devonischer Fossilien bei Houffalize und Martellange, angeblich mitten im Gebiete jener unteren Etage Dumont's, beruft. Jedenfalls werden doch in einer so mächtigen Bildung, wie das Rheinische Schiefergebirge ist, Etagen verschiedenen Alters zu unterscheiden sein*). Auch bemerkt Baur, dass die in Rede stehenden Schichten niemals organische Ueberreste enthalten, indem die Puncte von Houffalize und Martellange schon südlich, ausserhalb ihres Zuges, gelegen sind; dass es aber metamorphische Schichten seien, diess müsse noch zweifelhaft erscheinen. (Karstens und v. Dechens Archiv, XX, 1846, S. 359 ff.)

Ueberhaupt unterscheidet Baur in der unteren Grauwacke des linken Rheinufers drei Etagen, und macht diese Unterscheidung auch in den schönen Profilen geltend, welche er über den Gebirgsbau zwischen Aachen und Gerolstein mitgetheilt hat; (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 469 und Taf. VIII). Der nachstehende Holzschnitt, welcher den von Aachen bis nach Montjoie und dem hohen Venn reichenden Theil dieser Profile darstellt, wird zur Erläuterung seiner Ansicht dienen.



Aachen. Burtscheid. Hahn. Rötchen. Montjoie.

a Aelteste Thonschiefer,
b Grauwacke,
c Obere Grauwacke und rothe Schiefer,
d Eifeler Kalkstein,
e Oberste devonische und tiefste carbonische Schichten,
f Kohlenkalkstein,
g Kohlenführende Etage der Steinkohlenformation.

Die unterste Etage *a*, welche im hohen Venn 2200 F. hoch aufragt und die Gegend von Montjoie bildet, besteht zwar dort nicht aus krystallinischen Schiefern, wohl aber aus sehr homogenem, blaulichgrauem Thonschiefer nebst Dachschiefer und Wetzschiefer, sowie aus grauem sehr feinkörnigem Sandstein, der stellenweise in Quarzit übergeht. Die mittlere Etage *b* wird hauptsächlich von Grau-

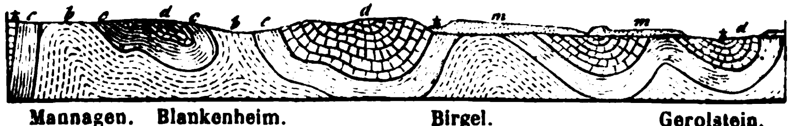
*) Dumont hat gezeigt, dass das Schichtensystem der Ardennen (oder *terrain ardennais*) von dem Rheinischen Schiefergebirge (oder *terrain rhénan*) abweichend überlagert wird, weshalb er es der silurischen Formation verglich.

wackenschiefer und grauen thonigen Sandsteinen gebildet, während die oberste Etage *c* besonders durch den Eisengehalt und die dadurch bedingte rothe, braune oder hellgrüne Färbung ihrer meist schiefrigen und thonigen Gesteine ausgezeichnet ist; manche ihrer Schichten sind so reichlich mit Eisenoxyd imprägnirt, dass sie als Eisenerz benutzt werden; andere enthalten Nester von Brauneisenerz oder Nieren von Sphärosiderit. Ueber dieser Etage, welche den Lenneschiefern Westphalens entsprechen dürfte, folgt der devonische Kalkstein *d*, und dann das System der zur Steinkohlenformation gehörigen Schichten *e*, *f* und *g*, obwohl der untere Theil der Etage *e* noch der devonischen Formation zuzurechnen ist. Die Etage *a* tritt auch im Callbachthale und bei Recht zu Tage aus, während sie ausserdem in der Tiefe zurückbleibt.

2) Mittlere Abtheilung oder Kalkstein.

a) Kalksteinmulden der Eifel.

Der Kalkstein der Eifel bildet 7 bis 8 grössere Partieen, welche der Grauwacke muldenförmig eingelagert oder aufgelagert, und daher im Allgemeinen von NO. nach SW. in die Länge gestreckt sind, obwohl sie von Norden nach Süden hinter einander liegen. Die Lagerungsverhältnisse derselben werden am besten aus folgendem, von Baur entlehntem Profile zu ersehen sein,



Mannagen. Blankenheim. Birgel. Gerolstein.
b Untere Grauwacke, *d* Eifeler Kalkstein,
c Schiefer und Sandstein, *m* Buntsandstein.

in welchem die Kalksteinmulden von Blankenheim, Lommersdorf, Hillesheim und Gerolstein, sowie die sie unterteufenden beiden oberen Etagen der Grauwacke enthalten sind, auch die bei Birgel beginnende und über Gerolstein fortsetzende Decke von Buntsandstein ausgedrückt ist, welche mehrorts von basaltischen und vulcanischen Gesteinen bedeckt wird.

Alle diese Kalksteinmulden bestehen aus Kalkstein, Mergel und Dolomit: der Kalkstein ist meist blaulichgrau, undeutlich krystallinisch, fest, und wird durch dünne mergelige Zwischenlagen in nicht sehr mächtige Schichten abgetheilt; die Mergel sind grau oder grünlich, zuweilen als Mergelschiefer ausgebildet; der Dolomit endlich ist krystallinisch-körnig, porös und undeutlich oder gar nicht geschichtet. Während der Kalkstein und der Mergel ohne Ordnung mit einander abwechseln, so bildet der Dolomit allemal die oberste und innerste Ablagerung einer jeden Mulde.

Nach unten findet ein durch Wechsellagerung vermittelter Uebergang aus der oberen Etage der Grauwacke in den Kalkstein Statt, indem dünne rothgefärbte Kalksteinschichten mit Schichten eines feinkörnigen röthlichen Sandsteins abwechseln, welchem nicht selten Lager von oolithischem Rotheisenerze untergeordnet sind. Diese Schichten sind reich an *Spirigerina prisca*, *Orthisina umbraculum* und fingerdicken Stielgliedern eines Krinoiden. Der höher aufwärts folgende Kalkstein besteht grösstentheils aus Korallen, unter welchen namentlich *Stromatopora polymorpha*, *Cyathophyllum quadrigeminum* und *Heliolites porosa* sehr vorwalten, zu denen sich auch *Calceola sandalina* und andere mitteldevonische Fossilien gesellen.

Nach F. Römer findet sich aber auch mehrorts in diesen Kalksteinmulden, wie namentlich zwischen Prüm und Schönecken, eine höhere, dolomitische Etage, erfüllt mit *Stringocephalus Burtini* und *Uncites gryphus*, über welcher endlich stel-

lenweise zwischen Gerolstein und Prüm die, schon der oberen Abtheilung angehörenden Goniatiten- und Cypridinenschiefer folgen. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 6, S. 649.

b) Devonischer Kalkstein bei Aachen, Hahn, Vicht.

Während der devonische Kalkstein in der Eifel der Grauwacke nur aufgelagert erscheint, so findet er sich bei Aachen, Burtscheid, Hahn, Vicht u. a. Orten derselben eingelagert, indem er von Schiefern und anderen Gesteinen bedeckt wird, über welchen dann die Gesteine der Kohlenformation folgen (vergl. das Profil S. 383). Es ist übrigens ganz derselbe, wesentlich aus denselben Korallen bestehende Kalkstein; ja, im Wenauthale hält er sogar *Stringocephalus Burtini*, während die Mergel zwischen Venwegen und Breinig noch *Spirifer Lonsdalii*, *Rhynchonella pugnus*, *Spirigera concentrica* u. a. ächt devonische Fossilien umschliessen. Sehr lehrreich ist auch das von F. Römer in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 7, S. 378 mitgetheilte und erläuterte Profil von Stolberg nach Vicht.

c) Grosser Rheinisch-Westphälischer Kalksteinzug.

Von Erkrath bei Düsseldorf zieht sich eine Kalksteinzone bei Elberfeld und Barmen vorbei, theilt sich dort in zwei Arme, welche sich bei Hagen wiederum vereinigen, geht dann über Limburg, Iserlohn und Sundwig, wendet sich bei Balve nach Süden, nimmt aber bei Neuenrade wieder ihre östliche Richtung an, und setzt so fort bis Allendorf, wo sie endigt. Diese Elberfelder Kalksteinzone ruht grösstentheils unmittelbar auf den sogenannten Lenneschiefern auf, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Ihr Gestein ist ein blaulichgrauer, hellgrau oder weisslich verwitternder, krystallinisch-feinkörniger bis dichter, bei dem Anschlagen meist stinkender Kalkstein. Oft hält er thonige Beimengungen, welche sich im Hangenden und Liegenden zu dünnen Zwischenlagen ausbilden, während die Hauptmasse ganz ungeschichtet, aber vielfach zerklüftet und zerspalten erscheint. Versteinerungen fehlen nirgends, sind meist in grosser Menge vorhanden, aber gewöhnlich mit dem Gesteine so innig verwachsen, dass sie erst durch die Verwitterung sichtbar werden. Am häufigsten sind Korallen, welche ganze Bänke bilden, in denen

Stromatopora concentrica,	*Cyathophyllum ceratites*,
Calamopora polymorpha,	. . . . *quadrigeminum* und
. . . . . . *Goldfussii*,	*Heliolites porosa*

besonders vorwalten; zwischen den Korallenstämmen sitzt fast überall *Spirigerina prisca*, von Düsseldorf bis Balve *Stringocephalus Burtini*, bei Schwelm *Uncites gryphus*, und vielorts auch *Calceola sandalina*. Die in der Eifel seltene *Murchisonia bilineata* ist bei Elberfeld sehr häufig, und das sogenannte Felsenmeer von Sundwig liefert *Macrochilus arculatum*. Die zuerst von Murchison und Sedgwick ausgesprochene Ansicht, dass dieser grosse, mit Einrechnung seiner Biegungen an 20 Meilen lange, und 400 bis 500 F. mächtige Kalksteinzug Westphalens devonisch sei, wird also durch diese organischen Ueberreste vollkommen erwiesen. Dass die bei Iserlohn, theils auf der liegenden Gränze, theils im Innern dieses Kalksteins vorkommende Galmeibildung als ein Product späterer Natur-Operationen zu betrachten ist, darauf hat schon früher Castendyk hingewiesen. (Berg- und Hüttenmännische Zeitung, 1850, Nr. 44.)

Auch die Kalksteine von Bensberg, Refrath und Paffrath bei Cöln, und der Kalkstein von Brilon gehören zu derselben Formation. Diese Briloner Kalksteinpartie, welche ein förmliches Plateau bildet, stimmt in petrographischer und paläontologischer Hinsicht mit dem Kalkstein von Elberfeld und Balve vollkommen überein; an ihrem südlichen Rande treten Grünsteine, Schalsteine und Eisenerze

auf, welche letztere, meist dichte sehr quarzige Rotheisenerze, stellenweise in eisenschüssigen Kalkstein übergehen, und fast überall Petrefacten enthalten, die aus derselben Rotheisenerzmasse bestehen, welche sie umschliesst.

3) Obere Abtheilung*).

Ueber dem Kalksteine liegt, in Westphalen eben so wie bei Aachen, ein in verschiedenen Gegenden ziemlich abweichend zusammengesetztes Schichtensystem, welches aus verschiedentlich gefärbten Thonschiefern, Kalksteinen, mergeligen Schieferthonen und Sandsteinen besteht, ganz vorzüglich aber durch eine eigenthümliche Kalksteinbildung ausgezeichnet ist, deren grünlichgrauer und rother Kalkstein Nieren von unregelmässiger Form und sehr verschiedener Grösse bildet, welche in einem mergeligen Schieferthone oder Thonschiefer enthalten sind.

Die Wichtigkeit dieses Nierenkalksteins oder Schieferkalksteins, (Kramenzel der Westphalen), als eines fast überall mit denselben Eigenschaften wiederkehrenden Gliedes dieser oberen Etage, wurde durch v. Dechen ganz besonders hervorgehoben. Was nun die paläontologischen Verhältnisse desselben betrifft, so hatte bereits Römer die Bemerkung gemacht, dass ein Theil dieser Kalkstein-Nieren Goniatiten umschliesst; später wurden von Amelung bei Warstein auch Clymenien gefunden, und endlich hat Girard an sehr vielen Orten zwischen der Hönne und Diemel sowohl Clymenien als Goniatiten nachgewiesen, gerade so, wie sie in Oberfranken, Schlesien und in Sachsen vorkommen, so dass sie wohl als Leitfossilien für den Nierenkalkstein anzusehen sein dürften. (Neues Jahrb. f. Min. 1848, S. 307 und 1849, S. 450.) Ausser diesen Cephalopoden, von denen *Goniatites retrorsus*, *Clymenia laevigata* und *Cl. pseudogoniatites* die häufigsten Species sein dürften, sind noch die kleinen Schalen von *Cypridina serratostriata* sehr charakteristisch, welche in manchen Schiefern so häufig vorkommen, dass man solche Cypridinenschiefer genannt, und wohl auch diese ganze obere Etage unter diesem Namen aufgeführt hat.**)

In dieser Etage kommen auch bei Meggen die oben (S. 285) erwähnten Barytlager vor. Der westphälische sogenannte Kramenzel ist also das Analogon der Cypridinenschiefer.

Die höher aufwärts folgenden Schichten dagegen, welche in Westphalen meist aus Kieselschiefer, schwarzem Thonschiefer, plattenförmigem Kalkstein und Sandstein bestehen, sind durch ihre Fossilien schon als die ersten Glieder der Steinkohlenformation bezeichnet, und zum Theil als das Aequivalent des Kohlenkalk-

*) Um die genauere Kenntniss dieser schon lange bekannten, aber nicht immer richtig abgetheilten und gedeuteten Etage hat sich besonders v. Dechen durch die Mittheilungen verdient gemacht, welche in den Verhandlungen des naturh. Vereins der Rheinlande, Jahrgang VII, S. 186 ff. und Jahrg. XI, S. 126 ff. veröffentlicht worden sind.

**) Es unterliegt keinem Zweifel, dass die von Dufrénoy in den Kalknieren des sogenannten *calcaire amygdalin* (S. 282) der Pyrenäen schon lange nachgewiesenen Cephalopoden gleichfalls hierher gehören; auch bestätigt es Verneuil, dass der sog. *marbre griotte* der Pyrenäen, eben so wie die rothen, Goniatiten und Orthoceren führenden Kalksteine bei Robles, Puentealba und Buzdongo zwischen Leon und Oviedo, dem oberen Theil der dortigen devonischen Formation angehören. *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol.* 10, *p.* 128. Und so gewinnt es in der That sehr viel Wahrscheinlichkeit, dass die oberste Etage der devonischen Formation in vielen Ländern vorzüglich durch das Auftreten der Goniatiten und Clymenien charakterisirt wird; obgleich die Goniatiten hier und da auch in einem tieferen Niveau vorkommen.

steins zu betrachten; (v. Dechen a. a. O. Jahrg. VII, S. 199 ff.). Die eigentliche Gränze zwischen der devonischen und carbonischen Formation würde daher in Rheinland-Westphalen mitten in dasjenige Schichtensystem fallen, welches in dem S. 383 stehenden Holzschnitte mit dem Buchstaben *e* bezeichnet ist.

Anmerkung. Wir geben noch folgende specielle Uebersicht der devonischen Formation Westphalens nach v. Dechen, weil solche auch anderwärts ihre Anwendung finden dürfte.

1. Untere Abtheilung. (Spiriferen-Sandstein, untere Grauwacke, Coblenzschichten). Sie besteht wesentlich aus Grauwacke, Grauwackenschiefer und Thonschiefer, welcher letztere nicht selten als Dachschiefer ausgebildet ist; hier und da finden sich auch schmale Kalksteinlagen.

2. Mittlere Abtheilung; sie zerfällt in zwei Gruppen, nämlich in die Lenneschichten und den Elberfelder Kalkstein.

a. Lennegruppe. (Lenneschiefer oder Lenneschichten). Sie bildet ein sehr breites, aber vielfach gefaltetes Schichtensystem, und besteht wesentlich aus Thonschiefer und feinkörnigen (selten grobkörnigen) Sandsteinen und Grauwacken, welche beständig mit einander abwechseln; der Thonschiefer ist bisweilen als Dachschiefer, der Sandstein als Quarzit ausgebildet. Kalkstein erscheint häufig innerhalb des Schiefers, theils in dünnen Schichten, theils in kleinen Stöcken, und ist oft reich an kohlensaurem Eisenoxydul.

b. Elberfelder Kalkstein. (Stringocephalenkalk). Identisch mit dem Eifeler Kalkstein erscheint er gleich diesem oft wie ein Korallenriff. Er ist feinkörnig, grau bis schwärzlich, reich an weissen Kalkspathtrümern, bisweilen dolomitisch, ja selbst in wirklichen Dolomit übergehend, enthält hier und da Krystalle von Quarz oder Eisenkiesel und beherbergt viele Höhlen und Erzlagerstätten.

3. Obere Abtheilung. Sie zerfällt in die beiden Gruppen der Flinzschiefer und des Kramenzels, von denen jedoch die erstere oft vermisst wird.

a. Flinzschiefer. Grauer und schwarzer Thonschiefer, mild, leicht verwitternd, bald in Mergelschiefer, bald in Dachschiefer übergehend, mit dunkelgrauen Kalksteinlagen wechselnd, welche in der Gegend von Nuttlar Flinz genannt werden, daher der Name.

b. Kramenzel. Diese Etage besteht nach unten aus feinkörnigem, grauem, glimmerhaltigem, auf den Schichtungsflächen wulstigem Sandstein (Pönsandstein), nicht selten mit undeutlichen Pflanzenabdrücken. Nach oben erscheint der sog. Nierenkalkstein, d. h. ein Schiefer mit Knoten, Wülsten und Nieren von Kalkstein, welcher oft in einen durch Schieferlamellen flasrigen Kalkstein (Schieferkalkstein, Flaserkalkstein) übergeht.

B) Devonische Formation in Belgien.

Es lässt sich erwarten, dass die Uebergangsformation Belgiens, welche ja nur die westliche Fortsetzung des Rheinischen Schiefergebirges ist, eine grosse Uebereinstimmung ihrer Verhältnisse mit denjenigen zeigen wird, welche wir so eben in der Rheinprovinz und in Westphalen kennen gelernt haben. Aus den vortrefflichen Arbeiten, welche Dumont geliefert hat*), ergiebt sich auch in der That für Belgien eine ganz ähnliche Ausbildungsweise der devonischen Formation. Während dieser ausgezeichnete Geolog, in Folge wiederholter, auf

*) *Mémoire sur la constitution géol. de la Province de Liège*, *Bruxelles* 1832, und *Mém. sur les terrains ardennais et rhénans de l'Ardenne, du Rhin, du Brabant et du Condros*, 1848.

das genaueste Studium der Lagerungsverhältnisse gegründeter Untersuchungen, die Ardennenschiefer noch immer für eine ältere Bildung erklärte, und daher das Ardennensystem von dem eigentlichen Rheinischen Systeme trennte, glaubte er das letztere hauptsächlich mit der unteren Abtheilung der devonischen Formation Englands parallelisiren zu können.

Schon früher hatte Dumont jene älteren Schichten unter dem Namen *terrain ardoisier* von den höher liegenden Schichten getrennt, welche er unter dem Namen *terrain anthraxifère* zusammenfasste. Das *terrain ardoisier* begriff drei Etagen, von welchen die untere aus krystallinischen, mit Ottrelit und Magneteisenerz erfüllten Schiefern, die zweite vorzüglich aus Dachschiefern, und die dritte aus quarzigen Gesteinen besteht. Im *terrain anthraxifère* unterschied Dumont folgende vier Abtheilungen:

1) *Système quarzo-schisteux-inférieur;* Thonschiefer, Grauwackenschiefer, Sandstein und Conglomerat, in welchen Gesteinen nur selten organische Ueberreste vorkommen; diese durch häufige rothe Färbung ausgezeichnete Abtheilung entspricht denen zunächst unter dem Eifeler Kalksteine liegenden Schichten, oder der Etage *c* in dem Seite 383 stehenden Profile.

2) *Système calcareux inférieur;* meist feinkörniger, fester, blaulichgrauer oder schwärzlichgrauer Kalkstein, auch Dolomit, welcher hier und da in dem mittleren Niveau der ganzen Ablagerung ziemlich ausgedehnte Massen bildet. Die Fossilien, unter denen namentlich Korallen sehr vorwalten, sind genau dieselben, wie im Eifeler Kalkstein (*d* im Profile S. 383), mit welchem deshalb dieser Kalkstein von Murchison, Sedgwick und Beyrich für identisch erklärt worden ist, nachdem ihn C. Prévost eben so richtig mit dem Kalksteine von Plymouth verglichen hatte.

3) *Système quarzo-schisteux supérieur;* graue und grünliche, auch gelbe und braune Schiefer, über welchen andere Schiefer folgen, welche mehr oder weniger mit abgeplatteten Kalkstein-Nieren erfüllt sind; dann Schiefer mit Kalksteinlagen und mit ein paar Schichten von oolithischem Eisenerz; endlich grauwackenähnlicher Sandstein, mit glimmerreichen Zwischenlagen, auch einigen Kalksteinschichten, und ganz oben mit einem Steinkohlenflötze. — Also wiederum ein vielfach zusammengesetztes Schichtensystem, in welchem sich, wie v. Dechen hervorhebt, der Nierenkalkstein als ein besonders ausgezeichnetes Glied zu erkennen giebt, während an seiner oberen Gränze Steinkohlenflötze erscheinen. Dieses System ist daher offenbar das Aequivalent der in dem Profile auf S. 383 mit *e* bezeichneten Etage, und seine untere Hälfte beschliesst die devonische, seine obere Hälfte eröffnet die carbonische Formation.

4) *Système calcareux supérieur;* Kalkstein mit Nieren und Lagen von Kieselschiefer, dann Dolomit, und endlich abermals Kalkstein mit Kieselschiefer, nebst ein paar Steinkohlenflötzen. Dieses System ist das vollkommene Aequivalent des Englischen Kohlenkalksteins, wie diess von Buckland schon im Jahre 1835 (*Bull. de la soc. géol. VI, p.* 345) erklärt, und später allgemein anerkannt worden ist.

Es ergiebt sich hieraus, dass die oberen Etagen des *terrain ardoisier* nebst dem unteren Systeme des *terrain anthraxifère* gemeinschaftlich die untere Grauwacke von Rheinland-Westphalen, dass das *Système calcareux inférieur* den Kalkstein der Eifel und von Elberfeld, und dass die untere Abtheilung des *Système quarzo-schisteux supérieur* die obere Etage der devonischen Formation repräsentirt, während die obere Abtheilung dieses Systems, sammt dem *Système calcareux supérieur*, schon der Steinkohlenformation zugerechnet werden müssen.

Später änderte Dumont diese Classification der älteren Formationen Belgiens, und zuletzt stellte er folgende Eintheilung auf:

I. Terrain ardennais.	*II. Terrain rhénan.*	*III. Terrain anthracifère.*
1. *Système devillien*	4. *Système gédinien*	7. *Système eifelien*
2. . . . . *revinien*	5. . . . . *coblentzien*	8. . . . . *condrosien*
3. . . . . *salmien*	6. . . . . *ahrien*	9. . . . . *houiller.*

Das *Terrain ardennais* besteht hauptsächlich aus fossilfreien Schiefern und Quarziten, und bildet jedenfalls eine selbständige ältere Formation, weil es von dem *Système gédinien* in discordanter Lagerung bedeckt wird, während alle höher aufwärts folgenden Systeme unter einander völlig concordant gelagert sind. Man hält es gewöhnlich für silurisch, obgleich ihm alle organischen Ueberreste fehlen, welche doch allein eine solche Deutung begründen können.

Das *Terrain rhénan* dagegen gehört nach Dumont schon gänzlich der devonischen Formation an, wie diess auch Hébert und de Koninck bestätigen; namentlich hat Hébert gezeigt, dass die dem *Système gédinien* angehörigen grünen Schiefer nördlich von Hirson durch ihre Fossilien schon als unterdevonisch charakterisirt sind; die folgenden drei Systeme sind gleichfalls devonisch, und eben so die untere Hälfte des *Système condrosien*; weshalb Hébert sehr richtig bemerkt, dass bei dieser von Dumont zuletzt gegebenen Eintheilung die Gränze zwischen der devonischen und carbonischen Formation gewissermaassen verschwinde, weil solche mitten in das *S. condrosien* fällt. (*Bull. de la soc. géol.* [2] *t.* 12, 1855, *p.* 1168 ff.).

Sehr interessant ist das von F. Römer mitgetheilte Profil von Couvin nach Philippeville, welches einen vollständigen Durchschnitt der belgischen Devonformation zeigt; (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 7, S. 394). Die Schichten stehen in der ganzen Länge des Profils beinahe vertical, und lassen folgende Reihenfolge erkennen:

1. { a. Schwarze Quarzite mit weissen Quarzadern, auch halbkrystallinischer Thonschiefer.
   b. Braune Sandsteine und Schiefer, mit *Spirifer macropterus*, *Sp. cultrijugatus*, *Chonetes sarcinulata*, u. a. Fossilien.

2. { c. Kalkstein, mit *Stromatopora polymorpha* und *Calceola sandalina*.
   d. Graue Mergelschiefer, mit Bryozoën und *Calceola*.
   e. Kalkstein, mit *Stringocephalus Burtini* und *Uncites gryphus*.

3. { f. Dunkele Mergelschiefer, mit *Goniatites retrorsus* und *Cardiola retrostriata*.
   g. Grünliche Mergelschiefer mit Kalknieren und *Spirifer disjunctus*; sehr mächtig.

h. Kohlenkalkstein.

Gruppirt man die Etagen *a* bis *g*, wie es durch die beigefügten Klammern geschehen ist, so gelangt man auch für Belgien auf eine dreigliedrige Eintheilung der Formation, wie solche von Murchison aufgestellt, von de Koninck anerkannt, und auch schon früher in Teutschland versucht worden ist. In der zweiten Auflage des Werkes *Siluria* giebt Murchison p. 423 ff. unter Zugrundlegung dieser Eintheilung folgende Uebersicht der belgischen Devonformation.

1. Untere Abtheilung. Die tiefsten Schichten sind Quarzconglomerate mit undeutlichen Steinkernen von *Rhynchonella* und *Orthis*; sie werden von Schiefern und Sandsteinen bedeckt, welche ganz erfüllt sind von Fossilien des Spiriferen-Sandsteins, z. B.

Spirifer macropterus Goldf.	*Chonetes sarcinulata Kon.*
. . . . *cultrijugatus Röm.*	*Pterinea lineata Goldf.*
Orthis resupinata Sow.	*Grammysia Hamiltonensis Vern.*
. . . *Sedgwickii Vern.*	*Homalonotus armatus Burm.*
Meganteris Archiaci Suess	*Pleurodictyum problematicum Goldf.*

überhaupt sind nach de Koninck 23 Species identisch mit solchen aus dem Rheini-

schen Spiriferen-Sandstein. Dieselbe Abtheilung ist in Devonshire und Cornwall, in Spanien, bei Constantinopel, am Cap und wahrscheinlich auch in Tasmanien bekannt.

2. Mittlere Abtheilung. Sie besteht aus Kalksteinen, welche von quarzigen und schiefrigen Gesteinen getragen werden; der Kalkstein zeigt die Fossilien des Eifeler Kalkes; dann folgt eine Schicht mit *Calceola sandalina* und vielen anderen Fossilien, welche zwar bei Plymouth und Newton-Bushel, nicht aber am Harze oder in Frankreich bekannt sind. Endlich erscheint Kalkstein mit *Stringocephalus Burtini*, *Uncites gryphus*, *Megalodon cucullatus*, *Murchisonia bilineata*, *Macrochilus arculatum*, *Sphaerocrinus geometricus*.

3. Obere Abtheilung. Nach unten besteht sie aus kalkigen Schiefern mit Kalkstein-Nieren, darin Clymenien und Goniatiten, zu welchen sich *Receptaculites Neptuni*, *Davidsonia Verneuilii*, *Avicula Neptuni*, *Orthis Dumonti*, *Rhynchonella cuboides*, *Cardiola retrostriata*, *Cypridina serratostriata* und andere Formen gesellen. Nach oben erscheinen grüne und braune Schiefer, mit untergeordneten kalkigen und dolomitischen Schichten; sie enthalten *Spirifer disjunctus**), *Orthis striatula*, *Strophomena Dutertrii* u. a. Fossilien, und mit ihnen geht die devonische Formation Belgiens zu Ende.

Wir brauchen nicht erst auf die grosse Uebereinstimmung aufmerksam zu machen, welche sich in der Gliederung der belgischen, der rheinpreussischen, der westphälischen und der englischen Devonformation herausstellt; dieselbe Uebereinstimmung findet sich aber auch noch im Herzogthum Nassau.

C. Devonische Formation in Nassau.

Dass die Uebergangsformation auch im Herzogthume Nassau noch viele Analogieen mit den benachbarten Vorkommnissen Westphalens und der Rheinprovinz zeigt, diess ergab sich schon aus der von Fridolin Sandberger im Jahre 1847 mitgetheilten Beschreibung derselben, (in Uebersicht der geol. Verhältnisse des Herz. Nassau, S. 15 ff.) und wurde noch weit mehr durch das vortreffliche Werk bestätigt, welches Derselbe, zugleich mit seinem Bruder Guido Sandberger, unter dem Titel: Die Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau in den Jahren 1850 bis 1856 veröffentlichte**).

Die Gebrüder Sandberger trennen zwar noch die Thonschiefer, Sericitschiefer und Quarzite des Taunus von den eigentlichen und unzweifelhaften Gliedern der Uebergangsformation, erklären sie aber doch für metamorphische Gesteine, welche der Gruppe des Spiriferen-Sandsteins angehören sollen, weil die auf dem linken Rheinufer im Hunsrück auftretenden fossilreichen Quarzite als die unmittelbare Fortsetzung der Taunusquarzite zu betrachten seien***).

---

*) In dem Verzeichnisse der Fossilien S. 298 muss hinter dem Namen dieser Species eigentlich das Zeichen ∓ stehen; Synonymen sind *Sp. calcaratus* und *Sp. Verneulii*.

**) Neuere, sehr umfängliche und wichtige Beiträge zur Kenntniss der Nassauer Formationen gab Koch in seiner reichhaltigen und gediegenen Abhandlung: Ueber die palaeozoischen Schichten und die Grünsteine in den Aemtern Dillenburg und Herborn, welche in den Jahrbüchern des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, Heft 13, 1858 erschienen ist.

***) Ludwig schloss aus den Verhältnissen bei Nauheim, dass die Taunusgesteine sogar jünger seien, als der Spiriferen-Sandstein, (Jahrb. des Vereins für Naturk. im Herz. Nassau, Heft 9, 1853, S. 1 ff.) was jedoch die Gebrüder Sandberger bezweifeln. Nach ein

Eine von Assmannshausen nach ONO. gezogene Linie trennt diese Schiefer von der nördlich vorliegenden devonischen Formation, in welcher drei Gruppen, nämlich eine untere, aus Thonschiefer und Sandstein, eine mittlere, aus Kalkstein, Dolomit und Schalstein, und eine obere, aus schiefrigen und kalkigen Gesteinen bestehende Gruppe unterschieden werden können, über welchen dann die Steinkohlenformation folgt. Die Aehnlichkeit mit denen in Westphalen vorliegenden Bildungen wird sich aus folgender kurzen Schilderung ergeben.

1) Untere Gruppe des Spiriferensandsteins. Sie besteht wesentlich aus sandigen und glimmerigen, meist grünlichen Schiefern (also Grauwackenschiefern), quarzigen Sandsteinen und Quarziten sowie aus Thonschiefern, welche letztere bald blau und fest, bald weiss oder gelblich und weich sind. Selten wird der Glimmer durch Chlorit ersetzt, wodurch ein grüner Schiefer entsteht, welcher mit den übrigen Gesteinen wechsellagert.

Die organischen Ueberreste sind grösstentheils nur als Abdrücke und Steinkerne erhalten; sie erscheinen, verhältnissmässig zur Ausdehnung dieser Gruppe, nur an wenigen Puncten, und pflegen dann auf einzelne Schichten beschränkt zu sein, welche sie fast gänzlich erfüllen. Als besonders wichtige Leitfossilien führen die Gebrüder Sandberger auf

an allen Fundorten vorkommend:

Spirifer macropterus	*Chonetes dilatata*
Chonetes sarcinulata und	

häufig, aber nicht überall vorkommend:

Halyserites Dechenianus	*Anoplotheca lamellosa*
Spirifer auriculatus	*Orthis striatula* und
Rhynchonella inaurita	*Strophomena laticosta;*
. . . . . . *pila*	

nicht selten, aber doch minder zahlreich vorkommend:

Pleurodictyum problematicum	*Grammysia ovata*
Ctenocrinus decadactylus	*Pleurotomaria crenatostriata*
Taxocrinus rhenanus	*Coleoprion gracilis* und
Rhodocrinus gonatodes	*Cryphaeus laciniatus.*

Ueberhaupt aber sind bis jetzt schon über 60 verschiedene Species nachgewiesen; dabei heben es die Gebrüder Sandberger hervor, dass in dieser unteren Gruppe noch manche silurische Arten und Gattungen vorkommen, obgleich diess gerade für die so charakteristischen Brachiopoden weniger hervortritt. Auch ist diess wohl ganz natürlich, weil die Veränderungen der Fauna in der Regel nur allmälig erfolgt sein werden.

Diese untere Gruppe erscheint auch in Nassau als das älteste und mächtigste Glied der Rheinischen Uebergangsformation, welchem die Kalksteine und Schalsteine bassinförmig aufgelagert sind.

Orthocerasschiefer. Bei Wissenbach und Haiger unweit Dillenburg, bei Balduinstein unweit Diez und fast überall, wo der Spiriferensandstein an den Schalstein angränzt, finden sich zwischen beiden mächtige Lager eines dunkel blaulich-

paar flüchtigen Durchschnittsreisen, welche ich durch den Taunus gemacht, will es mir freilich scheinen, dass seine Gesteine nicht füglich mit der devonischen Formation vereinigt werden können und einer, von dem nördlich vorliegenden Spiriferen-Sandsteine ganz unabhängigen Bildung angehören; jedoch *salvo judicio meliore.*

grauen Thonschiefers mit sehr ausgezeichneter transversaler Schieferung, welcher in manchen Schichten eine grosse Menge sehr schöner, meist verkiester Fossilien umschliesst. Es sind besonders Cephalopoden, namentlich *Orthoceras regulare var. gracile, O. subconicum, O. triangulare, Goniatites compressus, G. subnautilinus*, das den Baculiten analoge Geschlecht *Bactrites*, und von Crustaceen *Phacops latifrons* sowie *Homalonotus obtusus*, welche in diesen Schichten vorkommen, denen die Gebrüder Sandberger die oberste Stelle in der unteren Gruppe anweisen. Dieselben Beobachter führen überhaupt etwa 60 Species an, während Koch 100 Species aufzählt, von denen 15 schon im Spiriferensandsteine, 22 auch noch in der mittleren Gruppe vorkommen, weshalb Koch sehr richtig bemerkt, dass der Orthocerasschiefer wohl auch als Aequivalent des Lenneschiefers mit in den Bereich der mittleren Gruppe gezogen werden kann; (a. a. O. S. 213).

2) Mittlere Gruppe der Kalksteine und Schalsteine. Kalkstein, ausgezeichnet durch das Vorkommen von *Stringocephalus Burtini*, Dolomit, und Schalstein in den manchfaltigsten Varietäten sind die wichtigsten, sandige und schiefrige Gesteine die minder wichtigen Gesteine dieser Gruppe. Gewöhnlich beginnt dieselbe mit Schalsteinen, auf welche dann die Kalksteine folgen.

a) Kalkstein. Während in der Eifel und in Westphalen der Kalkstein eine grosse Ausdehnung und Mächtigkeit erlangt, so tritt er in Nassau grösstentheils nur in der Form von Lagern auf, welche auf oder im Schalsteine liegen, und weder sehr ausgedehnt, noch besonders regelmässig sind. Seine grösste Mächtigkeit und Verbreitung erlangt der Kalkstein in der Gegend von Runkel, Limburg, Hadamar und Diez, sowie auch bei Dillenburg und Herborn; die meisten Fossilien aber lieferte die Gegend von Villmar unweit Runkel, und Oranienstein.

Diese Kalksteine haben gewöhnlich eine graue Farbe, welche einerseits in schwarz; anderseits in hellgelb bis röthlichweiss übergeht; sie werden von weissen Kalkspathadern durchzogen, sind oft sehr reich an Eisenoxyd, liefern zum Theil schönen Marmor, gehen an vielen Stellen über in körnige Dolomite, zeigen selten eine deutlich erkennbare Schichtung, öfters eine Zerklüftung in unregelmässige horizontale Bänke, und sind bisweilen bituminös. Die Versteinerungen, welche sie umschliessen, bestehen theils aus Kalkspath, theils aus dichtem Kalk, und sind vorwaltend Korallen, welche ganze Bänke und Riffe bilden; als einige der wichtigsten unter mehr als 170 Species des Kalksteins von Villmar und Oranienstein erwähnen wir zuvörderst:

Heliolites porosa	*Lithostrotion caespitosum*
Calamopora cervicornis	*Stromatopora concentrica*
Alveolites suborbicularis	*Spirigerina reticularis*,

welche, zugleich mit *Stringocephalus Burtini*, ausserordentlich verbreitet sind; andere, wenn auch minder häufige, so doch sehr charakteristische Formen sind:

Aulopora serpens	*Machrochilus arculatum*
Productus subaculeatus	*Euomphalus serpula*
Strophomena depressa	*Murchisonia bilineata*
Rhynchonella parallepipeda	*Loxonema reticulatum*
Uncites gryphus	*Bellerophon lineatus*
Spirigera concentrica	*Orthoceras tubicinella*
Spirifer heteroclytus	*Cyrtoceras subconicum*
. . . . . *calcaratus*	*Gyroceras costatum*
Retzia ferita	*Spirorbis omphalodes* und
Cardium aliforme	*Bronteus alutaceus*.

b) Dolomit. Derselbe ist nur eine Umbildungsform des Kalksteins, und besonders bei Dehren und Steeten, bei Nieder-Tiefenbach, Diez und Weinbach entwickelt. Er bildet ein krystallinisches, meist gelblich- oder röthlichweiss gefärb-

tes Gestein, welches an der Oberfläche oft gänz zu Sand zerfällt, in der Tiefe aber ziemlich fest ist. Undeutliche Schichtung und groteske, abenteuerliche Felsbildung hat er mit den meisten Dolomiten gemein; Manganerz und Brauneisenerz durchziehen und bedecken ihn häufig an der Oberfläche; die Versteinerungen sind nur selten deutlich erhalten.

c) Schalstein*). Er ist im Lahnthale von Wetzlar bis unterhalb Diez, und im Dillthale von Sechshelden bis Sinn sehr verbreitet, erscheint in allen möglichen Varietäten, ist stets geschichtet, folgt mit seinen Schichten allen Lagen und Biegungen der unterliegenden Grauwacke, steht in sehr nahen Beziehungen zu den eingelagerten Kalksteinen und Dolomiten, ist stellenweise sehr reich an organischen Ueberresten (*Heliolites porosa, Calamopora polymorpha, Cyathophyllum caespitosum, Spirigerina reticularis* u. a.), und wird in der Regel von grösseren oder kleineren Rotheisenerzlagern begleitet, welche gleichfalls Versteinerungen enthalten.

Man ersieht aus diesem Allen, dass die mittlere Gruppe der devonischen Formation des Herzogthums Nassau, ungeachtet vieler Eigenthümlichkeiten, welche sie in petrographischer Hinsicht darbietet, doch mit allem Rechte als das Aequivalent der Eifeler und Westphälischen grossen Kalksteinbildung betrachtet werden kann.

3) Obere devonische Gruppe der Cypridinenschiefer. Sie ist besonders in der Gegend von Weilburg vorhanden, aber auch bereits an manchen anderen Orten nachgewiesen, und besteht nach Sandberger aus rothem, dünnschichtigem Thonschiefer, welcher häufig lagenweise geordnete Kalksteinknollen umschliesst; aus ähnlich beschaffenem grauem oder grünlichem Schiefer, der allmälig in sehr deutlich geschichtete Kalkschiefer mit untergeordneten anthracitischen Schiefern übergeht; aus Schieferkalkstein oder Flaserkalkstein, wie er von den Gebrüdern Sandberger sehr bezeichnend genannt wird, und endlich aus grauem oder schwärzlichem, dünnschichtigem Kalkstein. Auch die Schalsteine spielen wieder eine wichtige Rolle in dieser Gruppe, und sind vielfach mit eruptiven Grünsteinen sowie mit Lagern von Rotheisenerz verbunden.

Was die organischen Ueberreste betrifft, so enthalten die rothen, grünen und grauen Schiefer eine ausserordentliche Menge von *Cypridina serratostriata*, deren kleine Schalen zumal in dem gelb verwitterten Gesteine sehr deutlich hervortreten; dazu gesellt sich noch *Avicula obrotundata*, zuweilen auch *Phacops cryptophthalmus*. In den Kalksteinen aber finden sich, ausser den genannten Fossilien, und noch häufiger: *Goniatites retrorsus, G. intumescens, G. carinatus, Bactrites carinatus, Cardiola retrostriata, C. concentrica*; überhaupt kennt man gegen 60 Species, unter denen namentlich die Goniatiten, Orthoceren und Conchiferen sehr vorwalten. Ihrer Lagerung und petrographischen Zusammensetzung nach ist jedoch diese Gruppe der Cypridinenschiefer als das vollkommene Aequivalent der durch die Nierenkalksteine ausgezeichneten oberen Abtheilung Westphalens zu betrachten. Denn die weiter aufwärts folgende Gruppe der Posidonomyenschiefer ist schon als das erste Glied der Steinkohlenformation einzuführen.

Das Uebergangsgebirge des Harzes, welches grossentheils devonisch sein dürfte, wenn auch ein Theil desselben für silurisch erkannt worden ist**), lässt

*) Eine sehr genaue Beschreibung der Schalsteine und ihrer Verhältnisse zu den übrigen sedimentären Bildungen einerseits, zu den eruptiven Grünsteinen anderseits, gab Koch in der oben citirten Abhandlung.

**) Andere Gebiete der dortigen Grauwacke sind der älteren Steinkohlenformation beizurechnen. Bei dieser Gelegenheit machen wir auf einen S. 355 stehenden Fehler aufmerksam, indem dort Z. 24 v. o. Lauterberg statt Lautenthal zu setzen ist.

in seinen Verhältnissen gleichfalls eine recht auffallende Uebereinstimmung mit den Rheinischen und insbesondere mit den Nassauischen Bildungen erkennen.

Die erste genaue Nachweisung dieser interessanten Analogieen verdankt man Fridolin Sandberger, welcher im Jahre 1845, veranlasst durch einige in Adolph Römer's Werk über die Versteinerungen des Harzgebirges hindurchlaufende Irrthümer, nicht nur den (bereits von Ferdinand Römer erkannten) vorwaltend devonischen Charakter des Harzes, sondern auch die Existenz derselben drei Hauptgruppen darthat, welche im Rheinischen Uebergangsgebirge vorliegen. (Neues Jahrbuch für Min. 1845, S. 427 ff.) Verneuil erkannte gleichfalls die Kalksteine von Iberg, Grund und Rübeland für devonisch (*Bull. de la soc. géol. 2. série. IV.* 759); Hausmann schloss sich den Ansichten Sandberger's an (Gött. gel. Anz. 1849, S. 1752), und endlich hat Adolph Römer selbst Resultate neuerer Untersuchungen mitgetheilt, welche die von Sandberger aufgestellte Gliederung der Harzer Devonformation vollständig rechtfertigen; in Palaeontographica von Dunker und v. Meyer, III, 1850, S. 1 ff.

Oberfranken und der angränzende Theil des Thüringer Waldes, die Reussischen Fürstenthümer und das Sächsische Voigtland sind gleichfalls Gegenden, in welchen die devonische Formation eine grosse Verbreitung gewinnt, und namentlich die Clymenien- und Goniatiten-Kalksteine eine sehr wichtige Rolle spielen. Der Raum erlaubt uns jedoch nicht, auf eine nähere Darstellung derselben einzugehen; wir verweisen daher unsere Leser auf die wichtigen Arbeiten von Richter und Geinitz.

§. 330. *Devonische Formation in Russland und Nordamerika.*

Nirgends in Europa ist die devonische Formation in einer grösseren Ausdehnung bekannt, als in Russland, wo sie über einen Flächenraum von beiläufig 7000 geogr. Quadratmeilen zu Tage austritt. Sie folgt dort regelmässig mit völlig concordanter Lagerung auf die Silurformation, zeigt, gleichwie diese, eine fast durchaus ungestörte, horizontale Schichtung, und wird in vielen Gegenden eben so regelmässig von der Steinkohlenformation bedeckt. Sie bildet zunächst den Untergrund von Curland, und lässt sich von dort aus einerseits in nordöstlicher Richtung, durch Livland und die Gouvernements Pskov, Petersburg und Olonetz bis nach Archangel, anderseits in ostsüdöstlicher Richtung durch die Gouvernements Witebsk, Smolensk, Kaluga und Tula bis nach Woronesch verfolgen. Murchison, Verneuil und Kayserling, aus deren, in dem berühmten Werke *The Geology of Russia* mitgetheilten Darstellungen wir das Folgende entlehnen, unterscheiden diese beiden grossen, von Curland auslaufenden Hauptzüge als die nördliche und die centrale devonische Zone.

1) Nördliche devonische Zone. Sie erstreckt sich von Curland bis nach Archangel; die Waldaihügel fallen grösstentheils, und die Hügel am Ilmensee gänzlich in ihr Gebiet.

a) Untere Etage. Ueber den silurischen Schichten an der Volkof folgen rothe und grünliche Kalksteine nebst rothen Mergeln, in welchen fast lauter devonische Fossilien enthalten sind.

Murchison und seine Begleiter fanden z. B. bei Prussino

Terebratula Meyendorfii,	*Orthis striatula*,
. . . . . . *livonica*,	*Leptaena productoides*,
Spirigerina reticularis,	*Avicula Wörthii*,
Spirigera concentrica,	*Modiola antiqua*,
Spirifer speciosus,	*Bellerophon globatus*,
. . . . *Archiaci*,	. . . . . *armatus*,
. . . . *plicistria*,	*Spirorbis omphalodes* und
. . . . *muralis*,	Schuppen von Glyposteus.

Aehnliche mergelige und sandige Kalksteine fanden sich auch bei Tschudowa.

b) Mittlere Etage. Sie wird hauptsächlich von rothen und grünen, thonigen Mergeln, von Thonen, Kalksteinen und Sandsteinen gebildet, welche letztere oft wenig cohärent sind; auch findet sich hier und da Gyps, in dessen Nachbarschaft Salzquellen hervorbrechen. Solche Schichten sind es, welche den unteren Theil der Waldaihügel zusammensetzen.

Ausser *Spirigerina prisca*, *Leptaena productoides*, *Spirorbis omphalodes* u. a. gemeinen Fossilien fanden Murchison und seine Begleiter auch *Terebratula Helmersenii*, *Spirifer calcaratus*, *Sp. tenticulum* und *Orthoceras subfusiforme*. Da der Bohrversuch bei Staraja-Russa zu keinem Resultate geführt hat, so bleibt es zweifelhaft, ob die dortigen Salzquellen aus der devonischen oder aus der silurischen Formation stammen.

c) Obere Etage. Man sieht sie besonders an der Msta und an ihrem Nebenflusse Belaia. Sie besteht aus grünen und rothen Mergeln und Sandsteinen, über welchen eine sehr merkwürdige Knochenschicht (*bone-bed*) liegt, welche etwa 4 Fuss mächtig ist, und in ihrer unteren Hälfte fast nur aus Knochen und Schuppen von Fischen besteht, zumal von *Holoptychius nobilissimus*, *Glyptosteus favosus* und *Diplopterus macrocephalus*, welche auch im *Old red sandstone* Schottlands vorkommen. Ueber dieser Knochenschicht folgt ein 10 F. mächtiger weisser Mergelkalkstein, und dann eine 60 F. mächtige Ablagerung von grünen und rothen Thonmergeln, auf welcher die tiefsten Schichten der Steinkohlenformation liegen.

In Curland und Livland zeigt die Formation im Allgemeinen eine ganz ähnliche Zusammensetzung, wie in den Gouvernements Petersburg und Nowgorod; die kalkigen Gesteine sind dort nicht selten, daher auch Mollusken zugleich mit den Fischen vorkommen. Anders verhält es sich in den Gouvernements Olonetz und Archangel, wo die Kalksteine und mit ihnen die Mollusken fehlen, so dass nur noch Fischreste gefunden werden. Bei Kirchholm in Livland und bei Dünhof in Curland treten auch Gypsmassen auf. Die merkwürdigsten Fische aber fanden sich bei Dorpat; einer ist so colossal, dass er Knochen von $2^3/_4$ Fuss Länge lieferte, und anfangs für einen Saurier gehalten wurde.

Anmerkung. Einer neueren Mittheilung von Murchison (im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 15, 1859, *p.* 414 ff.) entlehnen wir noch folgende Bemerkung, aus welcher zugleich die von Pander aufgestellte dreigliederige Eintheilung ersichtlich ist. Die untere Gruppe besteht in Nordlivland aus Sandsteinen und Schiefern, welche die von Asmus und Pander beschriebenen Fische geliefert haben. Die mittlere Gruppe wird von Kalkstein, Dolomit und Schieferthon gebildet, welche reich an bekannten devonischen Brachiopoden und Krinoiden sind; in derselben Gruppe finden sich aber auch Ueberreste von *Holoptychius nobilissimus* und

von vielen anderen, im *Old-red* Schottlands bekannten Fischen, wodurch die Ansicht widerlegt wird, dass diese Fische Süsswasserfische gewesen seien. Die obere, aus rothen und weissen Sandsteinen oder aus grünlichen Mergeln bestehende Gruppe ist sehr reich an Fischresten verschiedener Species, von denen drei identisch mit schottischen sind. — Die unterste, durch *Cephalaspis*, *Pteraspis* und *Pterygotus* charakterisirte Etage des englischen *Old-red* fehlt in Russland. Ausserdem aber befinden sich unter den 30 Species von Fischen, welche aus 13 Gattungen in Russland bekannt sind, 18 absolut identische mit schottischen. Da nun diese Fische innerhalb derselben Schichten mit devonischen Conchylien zugleich vorkommen, so ist der Synchronismus der Formation von Devonshire, Russland und Schottland erwiesen.

2) Centrale devonische Zone. Sie ist sehr wichtig, steigt zwischen Orel und Woronesch bis 800 Fuss auf, bildet die centrale Wasserscheide Russlands und zugleich die Gränze zwischen dem Kohlenkalksteinbassin von Moskau und den südlichen Regionen der Kreideformation. Rücksichtlich ihrer Lagerung und ihrer Fossilien zeigt sie grosse Uebereinstimmung mit der nördlichen Zone; in petrographischer Hinsicht aber ist sie sehr abweichend. Denn nirgends sieht man rothe Schichten, und nur selten Sandsteine; vorwaltend erscheinen hellgelbe, dünnschichtige Kalksteine, welche oft so dolomitisch sind, dass sie dem *magnesian limestone* der permischen Formation Englands gleichen. Die zugleich vorkommenden Mergel sind bisweilen grünlich oder blaulich, und bilden Zwischenlagen, durch welche die Kalksteinschichten von einander abgesondert werden. Bei Orel kennt man auch eisenschüssige, gelbe, bisweilen auch grünliche sehr lockere Sandsteine.

Bei ihrer vorwaltend kalkigen Natur ist diese Zone weit reicher an Fossilien, als die nördliche Zone; unter diesen sind in den Profilen an der Oka und am Don im Ganzen etwa 30 wahrhaft devonische Species nachgewiesen worden.

Wie die silurische, so muss auch die devonische Formation unter den neueren, sie bedeckenden Formationen durch ganz Russland hindurch fortsetzen; denn am westlichen Abfall des Ural lässt sich, fast in der ganzen Ausdehnung dieser Gebirgskette, eben so eine ununterbrochene Zone von devonischen Gesteinen verfolgen, wie dort eine dergleichen Zone von silurischen Gesteinen vorhanden ist.

Die devonische Formation Russlands, welche allerdings in ihrer petrographischen Zusammensetzung gar sehr von anderen Vorkommnissen derselben Formation abweicht, vereinigt in sich die paläontologischen Beweise ihres Alters, welche ausserhalb Russland bis jetzt nur getrennt vorgekommen sind. Der *Old red sandstone* Englands und Schottlands enthält zwar die Fische, aber fast keine Mollusken; die Grauwacken, Sandsteine und Kalksteine von Devonshire, Belgien und Rheinland-Westphalen dagegen liefern wohl viele Mollusken, aber keine Fische. In Russland sind die beiderlei Fossilien zugleich vorhanden; die Formation ist also dort vollständiger charakterisirt, als in anderen Gegenden, und dieses Zusammenvorkommen der Schottischen Fische mit den Mollusken von Devonshire liefert zugleich den Beweis dafür, wie richtig die Parallelisirung des *Old red sandstone* mit dem Schiefergebirge von Devonshire ist.

Der Zusammenhang zwischen den petrographischen und paläontologischen Cha-

raktere ist auch in Russland recht auffallend. In Curland, Livland und im Gouvernement Petersburg, wo Kalksteine und Sandsteine zugleich vorkommen, da finden sich in den ersteren die Mollusken, in den letzteren die Fische; in Olonetz und Archangel, wo die Formation, wie in Schottland, nur aus Sandsteinen besteht, da giebt es auch nur Fischreste; in Orel und Woronesch endlich, wo der Kalkstein sehr vorherrscht, kommen viele Mollusken und nur selten Ueberreste von Fischen vor. Jedenfalls aber ist die specifische Identität so vieler organischen Ueberreste mit denen des westlichen Europa eine eben so merkwürdige als wichtige Thatsache.

Die devonische Formation der vereinigten Staaten Nordamerikas lässt namentlich im Staate New-York eine sehr reichhaltige Entwickelung erkennen, folgt daselbst in vollkommen concordanter Lagerung auf die silurische Formation, und besteht aus einer Reihe sehr verschiedener Etagen von Sandsteinen, Kalksteinen und Schiefern, wie aus der folgenden, wesentlich von Verneuil*) entlehnten Uebersicht zu ersehen ist, welcher wir einige Notizen aus der wichtigen Abhandlung von Bigsby**) beigefügt, auch die von Ramsay (in *Siluria. 2. ed. p.* 472) vorgeschlagene dreigliederige Haupteintheilung eingeschaltet haben, um die Analogieen mit den in Europa erkannten Verhältnissen hervortreten zu lassen.

I. Untere Devonformation.

1) Sandstein von Oriskany; mit diesem quarzigen Sandsteine beginnt nach Verneuil die devonische Formation. Derselbe hat in New-York nur eine sehr geringe Mächtigkeit, welche jedoch in Pennsylvanien und Virginien bis zu 700 F. zunimmt, während sie nach Westen überall im Abnehmen begriffen ist, bis endlich weiterhin diese Etage gänzlich vermisst wird. Sie ist reich an Fossilien, meist in Steinkernen und Abdrücken, unter welchen besonders Brachiopoden, zumal aber Spiriferen, darunter *Spirifer cultrijugatus* und *Sp. macropterus* zu erwähnen sind; auch *Spirigerina reticularis, Stromatopora concentrica* und noch ein paar andere in Europa bekannte Species werden unter vielen nur in Amerika vorkommenden Formen aufgeführt.

2) Sandstein mit *Fucoides cauda galli*, und Sandstein von Shoharie; beide sind braune, feinkörnige, sehr kalkige, daher durch die Verwitterung porös werdende Sandsteine, von sehr geringer Mächtigkeit, weshalb sie von Verneuil zusammengefasst werden***). Der erstere Sandstein ist durch hahnschwanzähnliche Abdrücke ausgezeichnet, welche man für Fucoiden hält; der zweite ist deshalb interessant, weil er, ausser vielen anderen organischen Ueberresten (Korallen, Orthoceren, *Cyrtoceras, Phacops latifrons* u. s. w.), auch solche von Fischen aus dem Geschlechte *Asterolepis* umschliesst.

II. Mittlere Devonformation.

3) Onondagakalkstein und hornsteinreicher Kalkstein (*Corniferous limestone*). Beide bilden, obwohl der erste höchstens 40, und der an-

---

* *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, t. IV. p.* 657 ff.

** *Bigsby*, im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 14, 1858 *p.* 372 ff.; auch er bringt eine [illegible]gliederige Eintheilung in Vorschlag, in welcher uns jedoch der Parallelismus mit den europäischen Bildungen weniger klar erscheint.

*** J. Hall hält es für zweckmässiger, den ersteren Sandstein mit der vorhergehenden, [illegible] den zweiten mit der nächstfolgenden Etage zu vereinigen. *The Amer. Journ. of sc.* 2. *ser.* p. 181. Nach Bigsby sind jedoch die meisten Geologen der Ansicht, dass beide zu [illegible]er Etage zu verbinden sind.

dere höchstens 80 Fuss mächtig ist, dennoch wegen ihrer grossen, weit über die Gränzen von New-York hinausreichenden Verbreitung ein sehr wichtiges Glied und einen sehr bestimmten Horizont innerhalb der ganzen Formation. Im westlichen Theile von New-York, wo die vorher genannten Sandsteine eben so wie die obersten Schichten der Silurformation fehlen, liegt unmittelbar auf der salzführenden Gruppe von Onondaga (S. 373) ein grauer, mehr oder weniger krystallinischer, mit schmalen Zwischenlagen von grünem Schiefer wechselnder Kalkstein, der reich an Krinoiden und Korallen ist, unter welchen letzteren *Calamopora fibrosa* und *favosa*, so wie mehre Species von *Lithodendron* und *Cyathophyllum* die gemeinsten sind. Der hornsteinreiche Kalkstein, welcher reich an Nieren und Lagen von Hornstein ist, enthält gewöhnlich weder Krinoiden noch Korallen, dagegen viele andere Fossilien von ächt devonischem Charakter, wie z. B. *Phacops latifrons*, mehre Species von *Cyrtoceras*, ähnlich denen aus Devonshire, *Loxonema nexile*, *Spirigerina reticularis*, *Spirigera concentrica*, *Spirifer heteroclytus*, *Productus subaculeatus*, *Strophomena depressa*, überhaupt nach Bigsby 14 auch in Europa bekannte Species.

4) Schiefer von Marcellus, Hamiltongruppe, Kalkstein von Tully, und Schiefer von Genesee. Diese vier, theils über, theils neben einander liegenden Schichtensysteme vereinigt Verneuil zu einer grösseren Etage, womit auch J. Hall vollkommen einverstanden ist. Der Marcellusschiefer ist ein schwarzer, sehr bituminöser, in New-York bis 150, in Pennsylvanien bis 300 Fuss mächtiger Schiefer mit einzelnen Schichten und Concretionen von Kalkstein, in welchen letzteren die ersten Goniatiten auftreten. Dieser Schiefer schliesst sich an die, zuletzt fast 1000 Fuss mächtige, und weit hinein bis nach Illinois und Tennessee reichende Hamiltongruppe an, welche hauptsächlich von olivengrünem Schiefer gebildet wird, der reich an Conchiferen und Brachiopoden ist, überhaupt 155 Species hält, unter welchen nicht weniger als 16 Species von Avicula, sowie 35 von bekannten europäischen Formen vorkommen, z. B. *Cardium loricatum*, *Lucina proavia*, *Grammysia ovata*, *Spirigerina reticularis* und *aspera*, *Spirigera concentrica*, *Productus subaculeatus* u. a.; einige kalkige Schichten sind ganz erfüllt mit *Cystiphyllum* und *Cyathophyllum*. Der Tullykalkstein ist nur 8 bis 15 F. mächtig, hält als besonders charakteristische Fossilien *Rhynchonella cuboides* und *Orthis striatula*, und wird von den schwarzen Schiefern von Genesee bedeckt, welche in New-York etwa 150, in Pennsylvanien bis 300 F. mächtig, den Marcellusschiefern sehr ähnlich, aber im Ganzen arm an organischen Ueberresten sind.

III. Obere Devonformation.

5) Gruppen von Portage und Chemung. Beide Gruppen haben grosse petrographische Aehnlichkeit, und bilden eine ununterbrochene Reihe von thonigen und psammitischen Schichten. Die bis 1000 F. mächtige, an den Wasserfällen des Genesee besonders schön entwickelte Portage-Gruppe besteht aus sehr feinkörnigem, thonig-glimmerigem Psammit, und führt von Fossilien, ausser mehren Fucoiden, besonders *Goniatites retrorsus*, *G. sinuosus Hall*, *Clymenia complanata*, *Bellerophon striatus* und *Cyathocrinus ornatissimus Hall*. Die in New-York 1500 F. mächtige Chemung-Gruppe wird hauptsächlich von Grauwacke, thonigem Sandstein und Schieferthon gebildet, in welchen die organischen Ueberreste nur als Abdrücke und Steinkerne vorhanden sind, meist Conchiferen und Brachiopoden, unter den letzteren *Spirifer calcaratus*, *Sp. disjunctus*, *Leptaena interstrialis Phill.*, *Productus subaculeatus* und *Spirigerina reticularis*; auch Fucoiden sind häufig, sowie z. Th. Landpflanzen, während Korallen vermisst werden.

6) Catskill-Gruppe; diese über 2000 F. mächtige, aus Sandstein und Schieferthon bestehende Etage bildet die Catskill-Berge, welche sich an der Gränze von

Pennsylvanien hinziehen, tritt auch in diesen Staat ein, und führt Ueberreste von Fischen, wie solche auch in Schottland und Russland bekannt sind, namentlich von *Holoptychius nobilissimus*, auch Landpflanzen und selbst schmale Kohlenflötze.

Die Steinkohlenformation existirt nicht in New-York. Da nun alle Schichten der devonischen (wie der silurischen) Formation concordant gelagert sind, so beweist diess, dass die organische Natur nur unter dem Einflusse der Zeit allmälig solche Veränderungen erlitt, in Folge welcher die meisten Etagen durch besondere Formen charakterisirt werden. Das Vorwalten der psammitischen und schiefrigen Gesteine in den östlichen Theilen des Staates berechtigt wohl zu der Vermuthung, dass im Osten ein Continent existirte, durch dessen Flüsse das Material dieser Gesteine zugeschwemmt wurde; auch bezeugen die Fucoiden und die Wellenfurchen der Sandsteine die Nähe der Küste. Diese Wellenfurchen, welche sich in allen Etagen der genannten Gesteine vorfinden, verweisen uns aber auf ein seichtes Meer, dessen Grund wahrscheinlich im Zustande einer säcularen Senkung begriffen war, während die Schichten der silurischen und devonischen Formation auf ihm abgesetzt wurden.

Wie manchfaltig und mächtig die devonische Formation im Staate New-York ausgebildet ist, so wird sie in den westlichen Staaten fast nur durch schwarze Schiefer und durch Kalksteine repräsentirt. Dieser Kalkstein hält in den Staaten Ohio und Indiana devonische Fische, dann Goniatiten, analog denen aus Nassau, ferner *Murchisonia bilineata, Loxonema nexile, Lucina proavia* und *L. rugosa, Spirigerina aspera, Sp. reticularis, Spirigera concentrica, Spirifer heteroclitus, Sp. cultrijugatus, Sp. laevicosta, Chonetes nana, Productus subaculeatus* und *Pleurodictyum problematicum*, also lauter entschieden devonische Fossilien. Ueberhaupt aber waren, nach Verneuil und Sharpe, bereits im Jahre 1848 nicht weniger als 55 Species bekannt, welche der devonischen Formation Europas und Nordamerikas gemeinschaftlich angehören*).

Die devonische Formation behauptet im Staate New-York ein noch grösseres Gebiet, als die silurische Formation; aber ihre Schiefer und Psammite verschwinden nach Westen, in den Staaten Ohio, Kentucky und Indiana, bis endlich am Mississippi die ganze Formation zur Auskeilung gelangt ist.

Fünfter Abschnitt.

Grünstein-Formationen.

§. 331. *Unterscheidung der amphibolischen und pyroxenischen Grünsteine.*

Da die meisten Grünsteine im Gebiete der paläozoischen Formationen, und vorzugsweise im Gebiete der silurischen und devonischen Formation aufzutreten pflegen, während nicht wenige derselben schon im Gebiete der Urschieferformation vorkommen, so erscheint es zweckmässig, die Betrachtung dieser eruptiven Gebilde auf die der Uebergangsformationen folgen zu lassen.

Indem wir nun bei der nicht zu verkennenden Schwierigkeit, welche manche unter dem Namen Grünstein eingeführte Gesteine der Bestimmung

*) Verneuil a. a. O., und *Sharpe* im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 4, 1848, *p.* 145 ff. Nach Bigsby ist die Zahl der gemeinschaftlichen Species weit grösser.

ihrer mineralischen Zusammensetzung entgegenstellen, diesem einmal herkömmlichen Namen noch eine gewisse Brauchbarkeit zugestehen, müssen wir doch die Grünsteine überhaupt in zwei wesentlich verschiedene Abtheilungen bringen, je nachdem solche mit Amphibol oder mit Pyroxen gemengt sind. Wir unterscheiden daher die amphibolischen Grünsteine, oder die Amphibolite und Diorite, von den pyroxenischen Grünsteinen, oder den Diabasen und den mit ihnen verbundenen Gesteinen. Dass diese letzteren im Allgemeinen weit häufiger vorkommen, als die ersteren, und dass daher die meisten, unter dem vagen Namen Grünstein aufgeführten Gesteine als pyroxenische zu betrachten sind, diess ist durch Cordier, Boué, Macculloch und insbesondere durch G. Rose ausser allem Zweifel gestellt worden (I, 579). Desungeachtet aber spielen auch die amphibolischen Grünsteine in manchen Gegenden eine nicht unwichtige Rolle.

Auch sind es besonders die zu dieser Abtheilung gehörigen Gesteine, welchen wir bereits in den primitiven Formationen als untergeordneten Bildungen, in der Form von regelmässig eingeschichteten Stöcken, Lagern und Schichtensystemen begegnen (S. 80 und 130), während sie anderwärts mit allen Eigenschaften eruptiver Gesteine ausgebildet sind, weshalb sich auch für sie die, für manche andere krystallinische Silicatgesteine giltige Regel bewährt, dass solche einestheils als Glieder der primitiven Formationen, anderntheils als eruptive Bildungen auftreten, ohne dass diese verschiedene Bildungsweise eine sehr auffallende petrographische Verschiedenheit zur Folge hatte.

Bei vielen älteren und auch bei manchen neueren Angaben und Beschreibungen bleibt es allerdings zweifelhaft, ob die als Grünsteine, oder auch als Diorite oder Diabase aufgeführten Gesteine der amphibolischen oder der pyroxenischen Abtheilung angehören. Es hat diess seinen Grund theils in der oft schwierigen Erkennbarkeit ihrer Gemengtheile, theils in der wechselnden Bedeutung des Wortes Diabas, welches Brongniart für die Diorite gebrauchte. Bei manchen Beschreibungen, in denen ausdrücklich Hornblende als Gemengtheil genannt wird, kann man wohl mit Recht annehmen, dass eine Verwechslung des Pyroxens mit Amphibol Statt gefunden habe. Die, selbst bei sehr kleinkörniger Ausbildung, unter der Loupe recht deutlich erkennbaren, vollkommenen und stark glänzenden Spaltungsflächen, die weit bestimmtere und schärfere Contourirung der Hornblende-Individuen und die gewöhnlich schwärzlichgrüne bis grünlichschwarze Farbe derselben bieten schon in vielen Fällen recht gute Unterscheidungsmerkmale dar.

Indem wir es an gegenwärtigem Orte nur mit den eruptiven Grünsteinen zu thun haben, lassen wir die Betrachtung derselben in zwei Kapiteln folgen, von denen das erstere die dioritischen, das andere die diabasartigen Grünsteine behandelt.

Erstes Kapitel.

Amphibolische oder dioritische Grünsteine.

§. 332. *Petrographische Verhältnisse.*

Da die im ersten Bande S. 565 ff. aufgeführten schiefrigen Gesteine, nämlich Hornblendschiefer, Strahlsteinschiefer und Dioritschiefer, vorzüglich

als untergeordnete Glieder der primitiven Formation auftreten, so haben wir uns jetzt noch hauptsächlich mit den körnigen Amphiboliten und Dioriten, sowie mit den Dioritporphyren zu beschäftigen. Von dem Ophit und Norit müssen wir absehen, weil sie theils nur als locale, theils als solche Bildungen zu betrachten sind, deren Verhältnisse noch nicht hinreichend erforscht wurden.

In Betreff der mineralischen Zusammensetzung der Diorite sind durch die Untersuchungen von Delesse nicht unwichtige Aufschlüsse gewonnen worden. Wie nämlich dieser unermüdliche Forscher schon früher gezeigt hatte, dass der feldspathige Gemengtheil des sogenannten Kugeldiorites von Corsica nicht Albit, sondern Anorthit sei, so hat er später in mehren Dioriten der Vogesen theils Andesin, theils Oligoklas nachgewiesen; ähnliche Resultate lieferten auch die Untersuchungen anderer Forscher.

Im Diorite von Faymont erkannte Delesse den, in kleinen kugeligen oder sternförmigen Krystallgruppen ausgebildeten Feldspath für Andesin, mit 59,38 p. C. Kieselerde; eben so fand er im Diorite von Fouday Andesin mit 59,2 p. C. Kieselerde; beide Gesteine enthalten schwarze, deutlich krystallinische Hornblende, und zeigen krystallinisch-körnige Textur. Im Diorite vom Pont-Jean bei St. Maurice, einem Gemenge aus vorwaltendem, schön grün gefärbtem Aktinolith und aus Feldspath, wurde der letztere, welcher theils in feinen Körnern, theils in kleinen sternförmigen Krystallgruppen auftritt, als Labrador mit 53 p. C. Kieselerde bestimmt. Dagegen fand er in den sehr glimmerreichen Dioriten von Clefcy (Vogesen) und von Vaugneray (Rhône), dass ihr feldspathiger Gemengtheil Oligoklas sei, was auch sehr wahrscheinlich mit den ganz ähnlichen Gesteinen zwischen Syëne und der Insel Phylä in Aegypten der Fall ist. *Ann. des mines, t. XVI*, 1849, *p.* 342, und *t. XIX*, 1851, *p.* 149 f. Auch die Diorite des Beaujolais, welche Drouot beschrieben hat, enthalten einen Feldspath mit nur 48 p. C. Kieselerde, welcher dem Anorthite sehr nahe steht; *Ann. des mines* [5], *t. VIII*, 1855, *p.* 311. Hochstetter zeigte, dass der Diorit von Boguschowitz bei Teschen, neben Andesit und Hornblende, auch deutlichen Augit enthält. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanst. 1853, S. 313.

Aus diesen Untersuchungen ergiebt sich, dass viele Diorite nicht sowohl Albit, als vielmehr Oligoklas und andere, noch kieselärmere Feldspathspecies enthalten, und dass diess selbst bei solchen Dioriten der Fall ist, welche, wie jener von Corsica, Faymont und Fouday, viel freie Kieselsäure in der Form von Quarzkörnern umschliessen. Weiter ausgedehnte Untersuchungen werden vielleicht für sämmtliche Diorite die von G. Rose aufgestellte Vermuthung bestätigen, dass der Albit niemals als eigentlicher Gemengtheil der Gesteine, sondern lediglich in den Drusen und krystallinischen Trümern derselben ausgebildet ist.

Obgleich in den meisten Dioriten die Hornblende vorzuwalten scheint, so giebt es doch auch Varietäten mit sehr vorwaltendem feldspathigen Gemengtheil; ja, bisweilen tritt die Hornblende dermaassen zurück, dass fast nur ein krystallinisches Feldspathgestein übrig bleibt; wie diess bei dem sogenannten Norite nicht selten der Fall ist. In den glimmerreichen Varietäten aber können durch die sich breit machenden Glimmerblättchen die übrigen Gemengtheile bisweilen verdeckt und unscheinbar gemacht werden; dasselbe ist auch in den sehr feinkörnigen Varietäten der Fall, welche endlich in dichte

Varietäten oder **Aphanite** übergehen. Ueberhaupt aber ist nach Delesse bei den **körnigen** Dioriten die **Grösse** des Kornes sehr **wechselnd**, so dass zuweilen in einem und demselben Stücke sehr grobkörnige und ganz feinkörnige Partieen neben einander liegen. Die Neigung zur **sphäroidischen** Structur, oder auch zur Bildung von sternförmigen Krystallgruppen, scheint besonders den andesinhaltigen Dioriten eigen zu sein.

In dem mehrerwähnten Diorite von Corsica ist der Feldspath sehr vorwaltend und die Hornblende bedeutend zurückgedrängt. Der Diorit der Turjinschen Gruben am Ural stellt nach G. Rose hauptsächlich ein körniges Aggregat von Albit (oder Oligoklas) dar, welchem Hornblendkrystalle und feine Körner von Quarz und Magneteisenerz eingestreut sind; der Diorit von Reschewsk aber ist eine feinkörnige Albitmasse mit liniengrossen radialfaserigen Hornblendkugeln. Dagegen sind die Diorite von der Schischimskaja-Gora und von Turgojarsk grobkörnige Aggregate von Hornblende mit eingesprengten Albitkörnern.

Die dunkelgrüne Farbe der Diorite und dioritischen Aphanite rührt wohl hauptsächlich von der Hornblende her; doch enthalten manche Varietäten (eben so wie manche Hornblendschiefer) eine bedeutende Beimengung von **Chlorit**, welcher dann vorwaltend als das Pigment der Gesteinsmasse zu betrachten sein dürfte. Delesse ist der Ansicht, dass diese **chloritreichen** und oft sehr **hornblendarmen** Varietäten eine besondere Gruppe in der Familie des Diorites bilden. Besonders scheinen die, bis jetzt noch sehr wenig untersuchten **Aphanite** neben den mikroskopischen Hornblend-Individuen auch ein chloritähnliches Mineral zu enthalten, welches durch Behandlung mit Salzsäure entfärbt wird, daher auch viele Aphanite durch Digestion mit Säuren eine Bleichung erleiden.

Die **Dioritporphyre** sind dergleichen Aphanite, innerhalb welcher Krystalle oder krystallinische Körner von Hornblende und Albit (oft wohl auch von Oligoklas oder Andesin) zur Ausbildung gelangt sind; da ihre Grundmasse oft um so hellfarbiger zu sein pflegt, je weniger Hornblendkrystalle in ihr liegen, so scheint ihre Färbung in der That hauptsächlich von Hornblende herzurühren.

Die Diorite und die übrigen hierher gehörigen Gesteine scheinen nur selten eine säulenförmige oder sphäroidische Absonderung zu besitzen, entwickeln aber zuweilen eine mehr oder weniger deutliche **Schichtung**, und eine ihr entsprechende plattenförmige Absonderung; ausserdem unterliegen sie noch häufig einer unregelmässig polyëdrischen Zerklüftung.

Pistazit, Quarz, Albit, Chlorit und **Kalkspath** erscheinen oft in drusigen Trümern und Nestern ausgeschieden, und dichter Pistazit wechselt zuweilen in dünnen Lagen mit dem Dioritschiefer oder Aphanitschiefer, deren Schichten dadurch ein gestreiftes oder gebändertes Ansehen erhalten.

§. 333. *Geotektonische Verhältnisse.*

Als die gewöhnlichsten Lagerungsformen der eruptiven Diorite dürften theils **Stöcke** theils **Gänge** zu betrachten sein, indem diese Gesteine nur selten in so grossen und ausgedehnten Ablagerungen vorkommen.

wie die Granite und Syenite, oder wie manche jüngere eruptive Gesteine. Nicht selten treten sie auch in mächtigen Zonen auf, welche zwischen anderen, geschichteten Silicatgesteinen eingeschaltet sind, und bisweilen die Axe von fächerförmigen oder giebelförmigen Schichtensystemen bilden; auch sind manche Gänge als Lagergänge ausgebildet, welche sich ziemlich regelmässig zwischen den Schichten der sie einschliessenden Gesteine hinziehen, und dabei eine recht ansehnliche Mächtigkeit und Erstreckung gewinnen können.

Die Gänge zeigen bisweilen die merkwürdige Erscheinung, dass sie in ihrer Mitte als körniger Diorit ausgebildet sind, während sie an ihren Salbändern aus Dioritschiefer oder Hornblendschiefer bestehen. Blöde hat dergleichen Gänge im Granite der Gegend von Jampol, Chomenka und Wrazlaw beobachtet. Damit steht wohl eine anderwärts nicht selten beobachtete Thatsache in Verbindung, dass nämlich auch Dioritstöcke gegen ihre Gränze in Dioritschiefer und selbst in Hornblendschiefer übergehen. Die schiefrige Structur dieser Gesteine dürfte daher keinen Grund gegen die Annahme ihrer eruptiven Natur abgeben, und wenn wir z. B. mitten in granitischen Ablagerungen Hornblendschiefer auftreten sehen, so kann ein derartiges Vorkommen recht wohl als ein gangartiges Gebirgsglied gelten, wenn nicht seine übrigen Verhältnisse eine andere Deutung erfordern.

Ueberall, sagt v. Blöde, stehen die erwähnten Gänge aufrecht, und sind 5 bis 10 F. mächtig; die mittlere Ausfüllungsmasse besteht in der Regel theils aus kleinkörnigem Diorit, theils aus körnigem Amphibolit; anders erscheint die Gangmasse zu beiden Seiten. Es sind diess bis 2 F. mächtige Salbänder aus glimmerreichem Hornblendschiefer, der fast eben so scharf vom Diorite als vom Granite abgesondert ist, und mit seiner Schieferung der Gangfläche parallel liegt. Namentlich bei Chomenka gleicht das ganze Vorkommen drei neben einander gelegten dunkeln Bändern auf lichtfarbigem Grunde (Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 508). Auch die in Aegypten, zwischen Syëne und der Insel Phylä, im Granite aufsetzenden Gänge von glimmerreichem Diorit nehmen nach den Beobachtungen von Lefebvre gegen ihre Salbänder oft eine schiefrige Structur an. Der Diorit von Fondromé in den Vogesen ist nach Delesse bald grob- und kleinkörnig, bald schiefrig, und scheint diese letztere Structur besonders an seinen Gränzen gegen den Granit anzunehmen, daher man zuweilen Stücke findet, in welchen der Dioritschiefer und der Granit sehr scharf an einander abschneiden. *Ann. des mines, t. XIX.* 1851, *p.* 150.

Weit häufiger, ja man möchte fast sagen in der Regel, findet für die Gänge das Verhältniss Statt, dass sie, in der Mitte grobkörnig, oder doch deutlich körnig ausgebildet, nach beiden Salbändern hin eine immer feinkörnigere, und zuletzt eine fast ganz dichte Textur zeigen. Eine aus dieser Ausbildungsweise unmittelbar zu erklärende Erscheinung ist es wohl auch, dass gar häufig die in einer und derselben Gegend aufsetzenden Dioritgänge um so feinkörniger sind, je geringere Mächtigkeit sie besitzen, weshalb denn die Grösse ihres Kornes oder die Vollkommenheit ihrer krystallinischen Ausbildung gewissermaassen ihrer Mächtigkeit proportional ist. »Dasselbe Verhalten der Dichtigkeit zur Mächtigkeit der Massen bleibt aber auch giltig, wo die Varietäten von einander getrennt vorkommen. Die Kuppen sind grobkörnig, die mächtigen Gänge fein-

körnig, die geringmächtigen dicht.« Cotta in Geogn. Beschr. d. Königr. Sachsen, Heft III, S. 25.

Bruchstücke anderer Gesteine und breccienartige Ausbildung sind auch bei den Dioriten beobachtet worden. So umschliesst z. B. der Diorit von Fouday Fragmente desselben Granites, welchen er gangförmig durchsetzt, und Mohs beschrieb schon 1807 ein an der Villacher Alpe vorkommendes körnigstrahliges Hornblendgestein, welches bald in Aphanit, bald in Dioritporphyr übergeht, und oft als Breccie ausgebildet ist, indem scharfkantige Bruchstücke dieser Gesteins-Varietäten nebst Kalksteinfragmenten ohne Ordnung und in den verschiedensten Lagen durch einander liegend durch Hornblende fest verbunden sind *).

Metamorphosirende Einwirkungen der Diorite auf ihr Nebengestein haben gewiss öfters Statt gefunden, sind aber doch bis jetzt nur selten nachgewiesen worden, indem manche Angaben der Art wohl eher auf pyroxenische, als auf amphibolische Grünsteine zu beziehen sein dürften.

Diess Letztere ist wahrscheinlich der Fall mit den sogenannten Dioriten der Gegend von Cieszyn oder Teschen und von Kattowice, welche Zeuschner beschrieben hat; die denkwürdigen Einwirkungen, welche sie auf ihr Nebengestein ausgeübt haben sollen, sind im I. Bande S. 743 f. erwähnt worden. Bei Domfront in der Bretagne setzt ein 20 bis 25 Meter mächtiger Gang von Amphibolit im Sandstein und Schiefer auf, welcher letztere im Contacte als Fleckschiefer ausgebildet ist; die am Cap Frehel den Sandstein durchschneidenden Amphibolitgänge aber haben ihr Nebengestein hart und spröde gemacht, und prismatisch abgesondert. *Explication de la carte géol. de la France, I, p.* 199 und 200. Der Aphanit von Saint-Bresson im Dep. Haute-Saône, welchen Delesse analysirt und beschrieben hat, dürfte zu den amphibolischen Gesteinen gehören. An seiner Gränze gegen den grobkörnigen porphyrartigen Granit verwandelt sich der letztere in ein dunkelgraues dichtes Gestein, welches unmittelbar in den Aphanit überzugehen scheint, aber dennoch 63,8 p. C. Kieselerde enthält, während im Aphanite nur 46 bis 47 p. C. vorhanden sind; Delesse hält es daher für sehr wahrscheinlich, dass der Aphanit während seiner Eruption eine Erweichung und innere Umkrystallisirung des zunächst angränzenden Granites verursacht habe. *Ann. des mines. t. XVI,* 1849, *p.* 360. Eine sehr merkwürdige Umbildung von tertiärem Sandstein zu Glimmerschiefer berichtet Junghuhn aus der Lookulokette auf Java. Dort setzen namentlich bei dem Dorfe Satang im Sandsteine zahlreiche Dioritgänge auf, zwischen und neben welchen der Sandstein einzelne Glimmerblättchen aufnimmt, welche näher gegen den Diorit immer häufiger werden, bis endlich ein vollkommener Glimmerschiefer ansteht. Java u. s. w. B. III, S. 274 ff.

Dass übrigens die Stöcke und Gänge der Diorite, eben so wie jene der Granite, bisweilen Apophysen und Ramificationen in das Nebengestein getrieben haben, und dass da, wo mehre dergleichen Gänge nahe beisammen auftreten, auch gegenseitige Durchsetzungen vorkommen, welche auf eine Repetition der Diorit-Eruptionen schliessen lassen, dafür sind gleichfalls Beispiele bekannt.

---

* Mohs in v. Molls Ephemeriden der Berg- und Hüttenkunde, III, 1807, S. 173. Auch Leopold v. Buch erwähnt dieses sonderbare Hornblende-Conglomerat in Leonhards Min. Taschenb. für 1824, S. 428.

So berichtet Delesse, dass der Diorit von Fouday im Granite sehr unregelmässige Gänge bildet, welche sich oft in eine Menge einzelner Trümer und Adern zerschlagen; und Cotta beschreibt vom Belmsdorfer Berge bei Bischofswerda einen 20 Fuss mächtigen Dioritgang, welcher im Granite aufsetzt, und von einem zweiten, nur 2 bis 3 Zoll mächtigen Aphanitgange schräg durchschnitten wird, dessen schwarzes, dichtes Gestein sowohl gegen den Granit als auch gegen den Diorit völlig scharf begränzt ist.

§. 334. *Vorkommen einiger Diorite.*

Da die Diorite, als die im Allgemeinen seltneren und minder verbreiteten Grünsteine noch weniger erforscht sind, als die pyroxenischen Grünsteine, so glauben wir diese kurze Betrachtung derselben mit der Erwähnung einiger Beispiele ihres Vorkommens beschliessen zu müssen.

Nach G. Rose bilden Diorite und Dioritporphyre die wichtigsten plutonischen Gesteine des Ural, in welchem Gebirge sie eine ganz ausserordentliche Verbreitung gewinnen. Im südlichen Theile desselben erscheinen sie seltener, mehr im mittleren, und am meisten im nördlichen Theile, wo sie den Hauptrücken constituiren, und in den höchsten Puncten aufragen, wie z. B. im Konschekowskoi-Kamen bei Bogoslowsk und in der Belaja-Gora bei Nischne-Tagilsk; auch kommen sehr ausgezeichnete Varietäten bei Alapajewsk und Miask vor. Die meisten Dioritporphyre des Ural enthalten zahlreichere und grössere Krystalle von Hornblende, als von Feldspath, auch pflegen sie eine desto hellere Grundmasse zu besitzen, je weniger Hornblende ihnen eingesprengt ist.

Coquand gab Notizen über die Amphibolite und Diorite der Gegend von la-Bauduère in der Vendée. Diese beiden Gesteine, welche sich gar nicht von einander trennen lassen, weil das Vorwalten der Hornblende oder des Albites ein sehr zufälliges und unbestimmtes Verhältniss ist, breiten sich zwischen la-Bauduère, Olonne und le-Bois über einen bedeutenden Flächenraum aus und scheinen sich von la-Salle aus über den Protogin und Talkschiefer ergossen zu haben. Die Varietäten sind unzählig, und beide Gesteine gehen bald allmälig und plötzlich in einander über. Der Amphibolit ist theils körnigblätterig, theils strahlig; der Diorit enthält die Hornblende in der Albitmasse bald eingesprengt, bald büschelweise oder nesterweise, und oft nur in unbedeutenden Spuren.

Bei le-Bois, östlich von les-Sables, findet sich eine schöne, aus röthlich-weissem Albit und grünlichblauem Amphibol bestehende Diorit-Varietät, und zwischen la-Salle und Olonne besteht das Gestein aus abwechselnden Lagen von Albit und grünem Amphibol. *Bull. de la soc. géol. VII,* 1835, *p.* 74 ff.

Eine recht interessante Arbeit über die dioritischen Gesteine des westlichen Frankreich veröffentlichte Rivière im *Bull. de la soc. géol.* 2. *série*, *I*, 1844, 528—568. Er unterschied überhaupt fünf Species von Gesteinen, nämlich Amphibolit, Diorit, Eklogit, Kersanton und Hemithren (I, 511), als eben so viele petrographische Glieder der amphibolischen Grünsteinformationen; die beiden ersteren sind die häufigsten, und der Diorit selbst bildet den eigentlichen

Repräsentanten der ganzen Gruppe, deren Glieder alle in einander übergehen sollen.

Im westlichen Frankreich treten diese Gesteine an sehr vielen Puncten auf, und Rivière kennt von der Normandie bis zum oberen Poitou über 300 verschiedene Stöcke, Kuppen und Gänge derselben. Die Dioritstöcke haben gewöhnlich eine geringe Ausdehnung, sind aber oft reihenförmig hinter einander geordnet, und einige derselben erreichen eine bedeutende Grösse. Die Hauptrichtung ihrer linearen Vertheilung ist beinahe die von OSO. nach WNW., und nach derselben Richtung sind auch die einzelnen Stöcke in die Länge gestreckt.

Eine wirkliche Schichtung soll nicht vorkommen; was als eine solche erscheint, ist entweder eine blose Parallelstructur, oder eine plattenförmige Zerklüftung, oder eine eigenthümliche zwischen den Schichten des Nebengesteins bewirkte Lamination, oder auch bisweilen eine Folge der Zersetzung. Da diese dioritischen Gesteine alle ältere Formationen, einschliesslich der Steinkohlenformation, durchsetzen, so dürfte die wichtigste Eruptionsepoche derselben nach der Periode dieser letzteren Formation eingetreten sein. Uebrigens haben sie nicht nur ihr Nebengestein alterirt, sondern auch selbst im Contacte gewisse Veränderungen erlitten.

Ueber die Diorite der Vogesen haben v. Oeynhausen, v. Dechen und Laroche, Elie de Beaumont, Rozet, Hogard und Delesse Mittheilungen gemacht. Bei La-Greneille hat Mareine einen Dioritporphyr beobachtet, welcher zwei sehr ausgezeichnete Gänge im Granit bildet, deren einer 40 Meter mächtig ist. Bei Ranfaing setzen gleichfalls im Granite Dioritgänge auf, wie denn überhaupt in der Umgebung des Syenitgebietes der Vogesen die Diorite sehr verbreitet sind. Vorzüglich entwickelt treten sie mit allen ihren charakteristischen Eigenschaften im Ban de la Roche, namentlich in der Gegend von Fouday und Saint-Blaise auf. Diese Diorite der Vogesen haben nach Delesse sehr verschiedene petrographische Eigenschaften, und sind weder alle unter denselben Umständen, noch zu derselben Epoche gebildet worden. Die Varietäten von körniger oder granitischer Structur enthalten in der Regel Quarz, sind arm an Hornblende, haben eine äusserst abwechselnde Beschaffenheit und sind oft mit ihrem Nebengesteine sehr innig verflösst. Die Varietäten von porphyrischer Structur halten gewöhnlich keinen Quarz, sind reich an Hornblende, zeigen eine sehr constante Beschaffenheit, und schneiden scharf ab an ihrem Nebengesteine.

Die sehr glimmerreichen Varietäten, in denen der Glimmer so beständig auftritt, dass er als ein wesentlicher Bestandtheil gelten kann, nennt Delesse *diorites micacés*; da sie sich leicht bearbeiten lassen und sehr dauerhaft erweisen, so werden sie als Bausteine und zu architektonischen Sculpturen benutzt, wie diess schon im Alterthume mit denselben Gesteinen in Aegypten der Fall gewesen ist. An sie schliessen sich die von Delesse Kersantit genannten Gesteine an, welche wesentlich aus Oligoklas und schwärzlichbraunem Glimmer mit sehr wenig Hornblende bestehen, deren Anwesenheit erst deutlich erkannt werden kann, wenn das Gestein in Salzsäure gekocht und dadurch der Glimmer zersetzt worden ist. Dergleichen Kersantit bildet in den Vogesen gangartige Gebirgsglieder bei Visembach und Sainte-Marie-aux-Mines. *Ann. des mines, t. XIX.* 1851, *p.* 164 ff. Es scheint, dass diese Gesteine eine grosse Aehnlichkeit mit der sogenannten Minette haben, mit welcher sie vielleicht zum Theil identisch sein dürften (I, 601).

Zweites Capitel.

Pyroxenische Grünsteine oder Diabase.

§. 335. *Petrographische Verhältnisse.*

Die meisten der unter dem Namen Grünstein begriffenen Gesteine sind pyroxenische Gesteine aus der Familie des Diabases und lassen sich daher unter dem Namen der Diabasformation zusammenfassen. Ausser den krystallinischen Gesteinen, als welche besonders Diabas und Diabasschiefer, Aphanit und Aphanitschiefer, Diabasporphyr in seinen verschiedenen Varietäten (Oligoklasporphyr, Augitporphyr, Uralitporphyr) und Kalkaphanit zu nennen sind (S. 581 ff.), begreift diese Formation noch gewisse klastische Gesteine, nämlich die Grünsteinbreccien, die Grünsteinconglomerate und Grünsteintuffe (I 668), welche in manchen Gegenden eine sehr wichtige Rolle spielen, und theils als eruptive oder contusive Frictionsgebilde, theils als Alluvionsgebilde zu betrachten sind (I, 654). Auch dürften wohl manche Schalsteine und gewisse grüne Schiefer mit in den Bereich der Diabasformation zu ziehen sein.

Indem wir wegen der petrographischen Verhältnisse dieser Gesteine auf die angeführten Stellen des ersten Bandes verweisen, haben wir nur noch einige Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen den krystallinischen und den klastischen oder sedimentären Gesteinen, über einige Gesteinsvarietäten und über die Gesteinsformen nachzuholen.*

Die Uebergänge des Schalsteins in den Diabas erfolgen nach Stifft in der Regel durch Kalkaphanit, nach Sandberger bisweilen durch Grünsteinbreccien.

Der Schalstein schliesst sich nämlich zunächst an den Kalkaphanit an, welcher bald eine mehr schiefrige, bald eine mehr dichte oder erdige Grundmasse hat, und noch zahlreiche Kalkspathkörner umschliesst, bis mit der allmälig verschwindenden schiefrigen Structur und Schichtung auch die Kalkspathkörner zurücktreten, statt ihrer Feldspath und Pyroxen, und mit diesen zugleich die massigen Formen und Absonderungen des Grünsteins eintreten, welcher dann gewöhnlich zunächst als Aphanitporphyr ausgebildet ist. Deshalb glaubt sich auch Stifft zu dem Schlusse berechtigt, dass der Schalstein überhaupt als eine Dependenz des Diabases betrachtet werden muss, zumal da sein Dasein von der Existenz des letzteren schlechterdings als abhängig zu betrachten ist. Geogn. Beschr. des Herz. Nassau, S. 469. Dagegen erwähnt Sandberger, dass in der Gegend von Weilburg ein allmäliger Uebergang des Diabases in den Schalstein durch verschiedene noch ganz aus Diabasfragmenten gebildete, aber schon Versteinerungen enthaltende Conglomerate beobachtet werden kann. Uebers. der geol. Verh. des Herz. Nassau, S. 32. Sehr lehrreiche Betrachtungen über die Nassauer Schalsteine giebt Koch in seiner vortrefflichen Abhandlung: Die paläozoischen Schichten und Grünsteine in den Aemtern Dillenburg und Herborn; (Jahrbücher des Ver. für Naturk. im Herz. Nassau, Heft 13, 1858, S. 216 ff. und 238 ff.) Er unterscheidet eine untere und eine obere Abtheilung der Schalsteine, hält sie aber nicht sowohl für tuffartige Gebilde, als vielmehr für Schiefer, welche durch den Einfluss der Diabase verändert worden sind. Beyrich war geneigt, sie für metamorphosirte Kalksteine zu halten; Beitr. zur Kenntniss der Verst. des rhein. Ueberg. S. 12.

Zu solchen Mittelgesteinen zwischen Schalstein und Diabas, oder Grünsteintuff und Diabasschiefer dürften vielleicht auch die von G. Rose als grüne Schiefer aufgeführten Uralischen Gesteine zu rechnen sein.

Mit diesem Namen bezeichnet er nämlich Gesteine von mehr oder weniger deutlichem schiefrigem Gefüge, und von trüben grünlichgrauen Farben, welche letztere lichter und dunkler durch einander vorkommen, wobei die ungleich gefärbten Partieen bisweilen scharf contrastiren, und das Ganze ein conglomeratähnliches Ansehen erhält; auch kommen Stücke von körnigem Kalkstein eingemengt vor. Uebrigens ist das Gestein matt, oder nur durch kleine Glimmerschuppen glänzend, mehr oder weniger hart, doch immer ritzbar mit dem Messer, und erinnert bald an Chloritschiefer oder Serpentin, bald an Talk- oder Thonschiefer. Häufig enthält es Uralitkrystalle, die bisweilen so wenig scharf begränzt sind, dass sie nur wie dunkle Flecke auf lichtem Grunde erscheinen. Diese grünen Schiefer kommen am Ural sehr häufig vor; so bei Katharinenburg, Uktuss, Pyschminsk, Miask, Orsk und an anderen Orten. Sie haben viel Aehnlichkeit mit den grünen Schiefern anderer Gebirge, besonders des Riesengebirges, in welchen G. Rose bei Kupferberg gleichfalls Uralit beobachtete. Reise nach dem Ural, II, S. 544. — Eben so scheint das von Glocker bei Bärn, zwischen Troppau und Sternberg in Mähren, beobachtete Mittelgestein zwischen Thonschiefer und Mandelstein eine schalsteinartige Bildung zu sein, zu deren Erklärung es wohl nicht erst nöthig ist, Metamorphosen des Thonschiefers in Anspruch zu nehmen. *Bull. de la soc. géol. VIII, p.* 262. — Auch die vielfach besprochenen sogenannten Spilite von Villard d'Arène in den französischen Alpen möchten, nach den Beschreibungen von Scipion Gras, dem Schalsteine am nächsten stehen, mit welchem sie auch darin übereinstimmen, dass sie fast immer mit Kalkstein vergesellschaftet sind, weshalb sie Gras für metamorphosirten Kalkstein erklärt, von welchem gegenwärtig nur die Mandeln den unveränderten Rückstand darstellen sollen. *Bull. de la soc. géol. XIII, p.* 93.

Die merkwürdigen Grünsteinbreccien, welche im Sächsischen Voigtlande, in den Reussischen Fürstenthümern und in den angränzenden Theilen von Oberfranken so häufig auftreten, bestehen meistentheils aus einem dunkelgrünen dickschiefrigen Gesteine, in welchem scharfkantige und abgerundete Brocken und Blöcke verschiedener Grünsteine, besonders häufig aber eines, in seiner Grundmasse grünlichgrauen, blaulichgrauen bis fast lavendelblauen Augitporphyrs mehr oder weniger reichlich eingeknätet sind.

Sie zeigen fast immer eine ziemlich deutliche Schichtung, enthalten nur äusserst selten organische Ueberreste oder Fragmente derselben, und gränzen bisweilen auf eine solche Weise an Grauwackenschiefer oder Thonschiefer, dass man die beiderlei Gesteine nur als die verschiedentlich ausgebildeten Theile eines und desselben Schichtensystemes betrachten möchte. Sie gewinnen zumal in dem Striche von Elsterberg über Plauen nach Hof, sowie von dort nach Nordhalben eine grosse Verbreitung und Mächtigkeit, und bilden ein eben so wichtiges als räthselhaftes Glied des dortigen Uebergangsgebirges.

Auch die Kalkaphanite, ja sogar die körnigen Diabase, die Diabasporphyre und die mit ihnen verbundenen Gesteine lassen bisweilen eine sehr innige Verknüpfung mit Grauwackenschiefer oder mit schwarzem feinerdigem Thonschiefer erkennen.

Bei Berneck, am Fusse des Fichtelgebirges, wo der feinkörnige Grünstein in grosser Mächtigkeit auftritt, sieht man mehrfach Schichten und förmliche kleine

Schichtenzonen eines solchen Schiefers mitten im Grünsteine unter so regelmässigen Verhältnissen eingeschaltet, dass man sie wohl kaum für grosse Fragmente eines vom Grünstein durchbrochenen Schichtensystems, sondern für wirkliche Einlagerungen halten muss. Der Grünstein selbst zeigt nicht selten eine rohe Anlage zur Schichtung oder auch zur prismatischen Absonderung; findet diess in der Nähe solcher eingelagerter Thonschiefermassen Statt, so sind seine Schichten den Schieferschichten vollkommen parallel, während seine Prismen rechtwinkelig auf ihnen stehen. Es dürfte diese Erscheinung wohl nur daraus zu erklären sein, dass wiederholte Ergiessungen von Grünsteinmaterial Statt fanden, zwischen welchen Pausen eintraten, in denen Thonschieferschlamm abgesetzt wurde.

Obgleich die so häufigen Kalkaphanite von Vielen als mandelsteinähnliche Bildungen betrachtet werden, so scheint es doch, dass wahre amygdaloidische Gesteine im Gebiete der Diabasformation zu den seltenen Erscheinungen gehören.

Die Augitporphyre des Ural entwickeln nach G. Rose bisweilen Blasenräume, welche mit Kalkspath oder Chalcedon erfüllt sind (Reise nach dem Ural, II, 578). und die Grünsteine des Connecticut-Thales lassen mitunter eine sehr ausgezeichnete amygdaloidische Ausbildung wahrnehmen; gewöhnlich haben diese Varietäten eine feinerdige, aphanitische Grundmasse, in welcher meist Kalkspathmandeln, zuweilen auch Mandeln von blättrigem Chlorit oder Grünerde enthalten sind; der körnige Grünstein von Deerfield, welcher säulenförmig abgesondert ist, enthält aber langgestreckte, den Axen der Säulen parallele, bisweilen 1 bis 2 Fuss lange Blasenräume, die mit Kalkspath, Quarz, Chalcedon, Chabasit u. a. Mineralien erfüllt sind. (*Hitchcock, Rep. on the Geol. of Mass. p. 412.*)

Noch haben wir der Variolite zu gedenken, welche zwar immer nur sehr untergeordnet auftreten, dennoch aber eine recht ausgezeichnete Varietät der aphanitischen Grünsteine bilden. Sie bestehen aus einer sehr feinkörnigen bis dichten, dunkelgrünen Grundmasse, in welcher kugelige Concretionen von der Grösse eines Hirsekornes bis zu der einer Haselnuss eingewachsen sind. Diese, an ihrem Rande gewöhnlich lichter gefärbten Concretionen bestehen bisweilen aus dichtem Pistazit, häufiger aus einer radial-fasrigen, z. Th. auch concentrisch-schaligen Masse, welche im Allgemeinen eine ähnliche Zusammensetzung haben dürfte, wie die sie umgebende Gesteinsmasse, aber der Zersetzung länger Widerstand leistet, daher die Concretionen auf der verwitterten Oberfläche des Gesteins wie rundliche Pocken hervorstehen.

Dergleichen Varietäten erscheinen hier und da mitten in den feinkörnigen Diabasen, wie z. B. bei Berneck am Fusse des Fichtelgebirges und im Gebiete der Voigtländischen Grünsteine; sie erinnern an die Perlite und Obsidiane mit Sphärolithkugeln, welche letztere offenbar ganz analoge Bildungen sind, wie die sogenannten Krystalliten in langsam erstarrten Glasmassen.

Der Gesteins-Habitus der Grünsteine ist übrigens ausserordentlich schwankend, so dass bisweilen in einer und derselben Ablagerung die verschiedensten Varietäten von Aphaniten, mit Kalkspathkörnern und ohne dieselben, von grob- und feinkörnigen Diabasen, z. Th. auch von porphyrartigen Gesteinen neben und durch einander vorkommen.

Von regelmässigen Gesteinsformen sind besonders die säulenartigen

oder **prismatischen** und die **kugeligen** zu erwähnen. Eine prismatische Absonderung ist bei manchen Diabasen, Diabasporphyren und Aphaniten recht schön und regelmässig ausgebildet; auch zeigen diese Säulen nicht selten eine Neigung zu sphäroidischer Absonderung und Exfoliation, so dass sie im verwitterten Zustande wie aus lauter concentrisch-schaligen Kugeln zusammengesetzt erscheinen. Ueberhaupt dürfte die **sphäroidische** Structur eine noch häufiger vorkommende Erscheinung sein, indem solche nicht nur bei den massigen, sondern auch sogar bei manchen geschichteten Grünsteinen angetroffen wird, bei welchen dann die Sphäroide meist eine sehr langgestreckte und zugleich abgeplattete Form besitzen.

Nach Goldfuss und Bischof finden sich dergleichen **Kugelgrünsteine** vielorts in Oberfranken. Ihre Masse ist meist ein feinkörniger Grünstein, welcher in Kugeln von $1/2$ Zoll bis zu 8 Fuss Durchmesser abgesondert ist, welche sich durch die Verwitterung in dünne (meist nur 2 bis 3 Linien dicke), concentrische, auf den Ablosungsflächen braun gefärbte Schalen auflösen, in der Mitte aber einen sehr festen Kern umschliessen. Diese Kugeln sind durch Grünsteinmasse verbunden, und bilden auf diese Weise mehr oder minder mächtige Gesteinsablagerungen, wie sie z. B. bei Steben, Lichtenberg, Geroldsgrün, Gottmannsgrün, Selbitz, Hof und anderen Orten vorkommen; eines der ausgezeichnetsten Lager findet sich bei der Mühle von Weidesgrün. Physikalisch-statistische Beschr. des Fichtelgebirges, I, S. 171 f. Dieses Vorkommen von Weidesgrün hat auch später die Aufmerksamkeit Hoffmann's auf sich gezogen; es ist ein dichter Grünstein, welcher bei der dortigen Mühle in 40 F. hohen Felswänden ansteht, und in langgestreckte Sphäroide von 6 bis 8 Fuss grösstem Durchmesser abgesondert ist, die dicht über einander gepackt liegen, so dass ihre Längs-Axen alle parallel sind. Von den Kugeln des körnigen Grünsteins bei Steben aber sagt derselbe Beobachter, dass sie unter dem Hammerschlage in zahllose, linienstarke, concentrische Schalen zerfallen, welche einen nussgrossen Kern, den ursprünglichen Mittelpunct der Anziehung in der einst zähflüssigen, erstarrenden Masse umschliessen. Uebers. der orogr. und geogn. Verb. vom NW. Deutschland, S. 429. — Gerade so fand auch G. Rose den Augitporphyr bei Bogoslowsk im Ural zu Kugeln von 5 bis 6 Fuss Durchmesser abgesondert, welche aus dünnen, concentrischen Schalen bestehen, im Innern aber radial zerklüftet sind. Reise nach dem Ural, I, S. 426.

Prismatische Absonderung kommt unter andern an einer Diabaskuppe bei der Schönfelser Schäferei in Sachsen, bei Gräveneck in Nassau*), bei Niederbiel unweit Wetzlar, sowie in der Gegend von Berneck vor. G. Rose beobachtete sie am Augitporphyr von Bogoslowsk; in ganz besonderer Schönheit findet sie sich an den Grünsteinen des Connecticut-Thales in Nordamerika. Die meisten dortigen Grünsteine zeigen nach Hitchcock eine Tendenz zur säulenförmigen Structur.

---

*) **Hausmann** bemerkte in den Gött. gel. Anzeigen, 1849, S. 1754, dass die von **Stifft** und früher auch von **Sandberger** unter dem Namen Diorit aufgeführten Gesteine durchaus Diabas sind, und grösstentheils mit den Diabasen des Harzes übereinstimmen. Auch hat **Sandberger** später den Namen Diabas für diese Gesteine adoptirt. Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 150. In ihrem vortrefflichen Werke über die Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau S. 521 ff. sprechen die Gebrüder **Sandberger** nur von Diabasgesteinen und Hypersthenfelsen. Ihnen schliesst sich **Carl Koch** in seiner mehrfach erwähnten Abhandlung an, sowie v. **Klipstein**, in seiner Geognostischen Schilderung des westlichen Theiles des Kreises Wetzlar; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 5, S. 516 ff.

höchst regelmässig sind die Säulen im östlichen Theile des Deerfield-Berges, 2 bis 3 Fuss dick, vier- bis sechsseitig, bisweilen deutlich gegliedert, die Glieder 1 bis 4 Fuss lang, oben convex, unten concav. Die Grünsteinsäulen am südlichen Ende des Berges Holyoke zeigen eine ganz merkwürdige Exfoliation in lauter halbkugelige oder paraboloidische Schalen; gewöhnlich aber zertheilen sich die Säulen longitudinal in unregelmässige, 1 bis 6 Zoll dicke Stücke, wie solches alle die unzähligen, an der Westseite des Mount Tom aufgehäuften Trümmer zeigen, wo diese Stücke mitunter selbst sehr regelmässige Säulen darstellen. *Rep. on the Geol. of Mass. p.* 106.

Was die Bergformen der Grünsteine betrifft, so ragen solche gewöhnlich über ihre Umgebungen mehr oder weniger auffallend hervor, indem sie entweder isolirte Kuppen, oder langgestreckte Kämme und Kuppenzüge, oder auch förmliche Berggruppen bilden. Alle diese Erhebungen sind nicht selten mit ziemlich spitzen Gipfeln gekrönt, weshalb denn in solchen Gegenden, wo viele Grünsteinmassen in weicheren Gesteinen, wie z. B. in Grauwackenschiefer oder Thonschiefer, eingelagert sind, die Landschaft ein eigenthümliches spitzhügeliges Ansehen erhält, wie solches in mehren Theilen des Voigtlandes und Oberfrankens der Fall ist. Die Thäler erleiden da, wo sie durch grössere Grünstein-Ablagerungen laufen, mehr oder weniger bedeutende Contractionen mit steilen, felsigen Gehängen, während sie kleinere Grünsteinmassen in der Form von Thalvorsprüngen oder Thalspornen hervortreten lassen.

§. 336. *Häufige Begleiter der Diabasgesteine.*

Die pyroxenischen Grünsteine und die zu ihnen gehörigen klastischen oder sedimentären Gesteine sind sehr häufig mit gewissen anderen Gesteinen oder Mineral-Aggregaten vergesellschaftet, deren Vorkommen solchenfalls in einem bestimmten Causalzusammenhange mit der Existenz der Grünsteine selbst zu stehen scheint. Als die wichtigsten dieser Begleiter dürften Kieselschiefer, Kalkstein, Rotheisenerz, Brauneisenerz und Magneteisenerz zu betrachten sein.

Kieselschiefer. Es ist eine in manchen Gegenden recht auffallende Erscheinung, dass die im alten Thonschiefer und in den Uebergangsformationen auftretenden Grünsteine in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft Ablagerungen von Kieselschiefer zeigen, weshalb sich dieses Zusammenvorkommen, wenn auch nicht als eine allgemeine, so doch als eine recht häufige Association dieser beiden so verschiedenartigen Gesteine bezeichnen lässt.

Schon Macculloch erklärte, dass, wo er nur in Schottland Kieselschiefer oder Lydit gesehen habe, derselbe in der Nähe von Trapp (oder von Granit) vorkomme, und er zog daraus den Schluss, dass der Kieselschiefer ein Umwandlungsproduct des Thonschiefers sei. *Descr. of the Western Islands, I,* 359. Wenn nun auch diese Behauptung nicht gerade in solcher Allgemeinheit gelten dürfte, weil sich viele und bedeutende Kieselschiefer-Ablagerungen gänzlich unabhängig von Grünsteinbildungen erweisen, so ist ihr doch eine theilweise Richtigkeit gar nicht abzusprechen. In Sachsen, am Harze, in den Reussischen Fürstenthümern und in Oberfranken findet sie wenigstens ihre vielfache Bestätigung.

Wir begegnen z. B. dieser Association von Grünstein und Kieselschiefer im Zellaer Walde, zwischen Freiberg und Nossen, an mehren Puncten südöstlich und südwestlich von Plauen, ganz vorzüglich aber bei Pausa, Mühltroff und Tanna, sowie in dem angränzenden Landstriche, von Lobenstein über Saalburg, Schleitz und Zeulenroda bis nahe vor Weyda; desgleichen bei Selbitz und Enchenreuth in Oberfranken; Geognost. Charte von Sachsen, Section XIX und XX.

Hausmann hebt es hervor, dass der Kieselschiefer am Harze zwar nicht blos als Begleiter der pyroxenischen Grünsteine, sondern auch hin und wieder in der Nähe des Granites erscheine, dass er jedoch am gewöhnlichsten die Grünsteine begleite, indem er bald in unmittelbarer Berührung mit ihnen, bald in einiger Entfernung von ihnen auftritt. Wo er die lagerartigen Massen des Grünsteins begleitet, da erscheint er häufiger im Hangenden als im Liegenden derselben, und wenn er entfernt von Grünsteinen vorkommt, so folgt er doch gewöhnlich den Richtungen ihrer Züge. Hausmann knüpft an diese sehr lehrreichen Darstellungen eine Hypothese über die Bildung des Kieselschiefers, welche bereits oben (S. 278) erwähnt worden ist. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 75 und 81 f.*)

Kalkstein. Wie schon so viele Gesteine der Diabasfamilie eine, wenn auch nicht sichtbare, so doch leicht nachweisbare Imprägnation mit kohlensaurem Kalke, andere Gesteine aber eine auf den ersten Blick erkennbare und oft sehr reichhaltige Beimengung von Kalkspath zeigen, so treten auch Grünstein und Kalkstein gar häufig mit einander in grösseren Massen verbunden auf, indem sie unmittelbar über oder neben einander liegen, oder indem Kalksteine von Grünsteingebilden umschlossen werden, wobei sie oftmals eine so innige Verknüpfung erkennen lassen, dass eine gesetzmässige Association dieser beiden Gesteine in vielen Fällen anzunehmen sein dürfte.

Bei der Schilderung der Urschieferformation wurde schon bemerkt, wie die dem Thonschiefer eingelagerten Kalksteine gar nicht selten Grünstein zu ihrem unmittelbaren Begleiter haben; (S. 135). Dieselbe Erscheinung wiederholt sich im Gebiete der Uebergangsformationen, deren Kalksteinlager oftmals von krystallinischen oder sedimentären Grünsteinbildungen unmittelbar bedeckt oder getragen, ja bisweilen sogar eingeschlossen werden (S. 282). Allerdings sind es wohl häufiger klastische oder sedimentäre Gesteine der Diabasformation, welche auf solche Weise mit Kalksteinen verbunden sind; man begegnet aber auch nicht selten körnigen Diabasen, Aphaniten und Diabasporphyren unter ganz ähnlichen Verhältnissen.

Dicht bei Plauen in Sachsen sind mehre, z. Th. fossilreiche Kalksteinlager den dortigen Grünsteinbreccien und Tuffen eingeschaltet; dasselbe ist der Fall mit zwei kleinen Kalksteinlagern zwischen Pöhl und Helmsgrün, mit den Kalksteinlagern von Hartmannsreut und Haidt unweit Hof in Oberfranken, und mit mehren z. Th. recht bedeutenden Kalksteinstöcken, welche nördlich von Schleitz, zwischen Löhma und Stelzendorf, innerhalb der Grünsteinbreccie auftreten. Sehr viele andere Kalksteinmassen liegen unmittelbar an der Gränze von Diabas-Ablagerungen, wie fast alle diejenigen Lager und Stöcke, welche sich von Schleitz nach Südwesten über Saalburg bis gegen Lobenstein vorfinden, sowie viele Kalksteinlager in Oberfranken.

---

*) In demselben Werke wird auch von Hausmann wiederholt darauf hingewiesen, dass am Harze die eigentlichen Dachschiefer besonders in solchen Gegenden vorkommen, wo der Diabas in häufiger Wiederholung auftritt. A. a. O. S. 68.

Ganz vorzüglich sind es die Schalsteine, welche eine solche Association mit Kalkstein beurkunden. Schon Stifft hebt es hervor, dass der Kalkstein ein sehr constanter Begleiter des Schalsteins sei; dieser Kalkstein ist meist grau, aber oft marmorirt durch gelbe, braune und grüne Farben, sehr selten weiss, oder roth und schwarz. Eben so findet sich auch grauer Dolomit, welcher mehr oder weniger reich an Pyrolusit und andern Manganerzen ist. Geogn. Beschr. des Herz. Nassau. S. 473. Auch Sandberger bestätigt es, dass Kalkstein und Dolomit in der nächsten Beziehung zu dem Nassauer Schalsteine stehen; dass aber in Westphalen gleichfalls Kalksteine nicht selten unmittelbar neben Grünsteinporphyren und Schalsteinen liegen, diess geht aus den lehrreichen Berichten hervor, welche v. Dechen über die Gegend von Brilon mitgetheilt hat. Irgend eine bemerkenswerthe Veränderung des Kalksteins ist in der Regel niemals zu beobachten, selbst da nicht, wo er unmittelbar an krystallinische Grünsteine angränzt.

Rotheisenerz. Wo Grünsteine, besonders aber wo Kalkaphanite und Schalsteine an Kalkstein gränzen, da ist häufig Rotheisenerz zur Ausbildung gelangt, welches sich gewöhnlich mit dem Kalksteine so innig verbunden und verflösst zeigt, dass es den Anschein gewinnt, als ob dieses Erz erst später aus einer Solution abgesetzt worden sei, durch welche ein Theil des kohlensauren Kalkes entfernt wurde. Bisweilen besteht ein und dasselbe Lager hier aus Rotheisenerz und dort aus Kalkstein, so dass ein gewisser Causalzusammenhang zwischen dem Dasein des Eisenerzes und des Kalksteins eben so wenig zu läugnen ist, als zwischen dem Dasein des Erzes und der Grünsteine. Auch zeigen diese Rotheisenerzbildungen im Allgemeinen den Charakter von lagerartigen Gebirgsgliedern.

Wir entlehnen aus v. Dechens reichhaltiger Abhandlung die folgende Schilderung der Rotheisenerzlager Westphalens.

Zwischen Brilon und Giershagen in Westphalen liegen sehr wichtige Rotheisenerzgruben, welche sich auf eine Erstreckung von 3 Meilen verfolgen lassen. Die meisten der von ihnen bebauten Lagerstätten sind im Allgemeinen den Gebirgsschichten conform, und können deshalb wohl als Lager bezeichnet werden. Diese Rotheisenerzlager stehen aber in einer offenbaren und sehr nahen Beziehung zu Grünsteinporphyren, indem sie nur da vorkommen, wo diese Porphyre vorhanden sind, vorzugsweise an ihrer Begränzung, auf der Gesteinsscheidung zwischen denselben und den Schiefern oder Kalksteinen. Ausserdem finden sich aber mit beiden vereint eigenthümliche Mandelsteine und Schalsteine, welche, eben so wie die Eisenerzlager, in einer gewissen Abhängigkeit von den Grünsteinporphyren stehen, da sie nirgends anders als in der Nähe derselben vorkommen. — Das Rotheisenerz dieser Lager ist gewöhnlich dicht, und geht einerseits in Glanzeisenerz, anderseits in eisenschüssigen Kalkstein über; doch gehören der Eisenglanz und Eisenglimmer schon zu den seltenen Vorkommnissen. Das mit Kalkstein verbundene Rotheisenerz wird häufig von Kalkspath- und Braunspathtrümern durchzogen; bisweilen ist es auch mit Quarz, Eisenkiesel und Hornstein verbunden; hier und da enthält es kleine Partieen von Anthracit. Kalkstein, rothgefärbt und auf den Klüften mit rothem Letten oder Eisenrahm überzogen, tritt sehr häufig in diesen Lagern auf, bildet einen Theil ihrer Masse, und vertritt dann gewöhnlich das Eisenerz, welches sich verschmälert oder ganz auskeilt. Dieser Kalkstein, welchen der Bergmann noch zu den Eisenerzlagern rechnet und daher Lagerkalk nennt, geht aber vollständig in denjenigen Kalkstein über, welcher so häufig die Erzlager begleitet; er enthält oft organische Ueber-

reste, welche auch im kalkhaltigen Eisenerz vorkommen und nicht selten aus dichtem Rotheisenerz bestehen. — Die Lager sind theils durch Lettenbestege oder Ablosungsflächen sowohl vom Schalstein, Kalkaphanit und Diabasporphyr, als auch vom Schiefer und Kalkstein getrennt, theils aber auch mit diesen Nebengesteinen so innig verwachsen, dass eine Gränze nur schwer zu bestimmen ist, und die Porphyre oder Schalsteine einen Theil der Lager zu bilden scheinen. Ihre Mächtigkeit beträgt gewöhnlich einige Fuss, und die Länge der Eisenerzmittel ist sehr verschieden, wie denn überhaupt die Beschaffenheit der Lager bald innerhalb sehr kurzer Entfernungen wechselt, bald auf Längen von 50, 100 und mehren Lachtern wesentlich dieselbe bleibt. Im[1] Allgemeinen aber kommen diese Eisenerzlager Westphalens auf der Gränze zwischen dem Schalstein, Kalkaphanit oder Diabasporphyr, und dem Thonschiefer oder Kalkstein vor. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. XIX.*)

Dass auch im Herzogthume Nassau ganz ähnliche Erscheinungen vorkommen, diess ergiebt sich aus der ausführlichen Beschreibung von Stifft, und aus der Uebersicht von Sandberger. Selten, sagt der Letztere, erscheinen Schalsteine ohne grössere oder kleinere Lager von Rotheisenerz, welche aus einem mit Kalkspath oder mit Quarz gemengten, oft auch aus reinem, dichtem Rotheisenerz bestehen, in welchem zuweilen der Quarz, zuweilen der Kalkstein vorwaltend entwickelt ist. Der kalkreiche Eisenstein bildet oft sehr mächtige Lager, wie bei Aumenau, Weilburg und Dillenburg, in welcher letzteren Gegend auch zuweilen Anthracit vorkommt, während ausserdem der Aphrosiderit als ein ziemlich häufiger Begleiter des Eisenerzes auftritt. Bei Aumenau und Weilburg enthalten die Eisenerzlager dieselben Fossilien, wie der sie umschliessende Schalstein oder Kalkstein, wogegen die anthracitführenden, und in ihrer Fortsetzung zu dichtem eisenschüssigem Kalkstein werdenden Lager von Eibach und Oberscheld bei Dillenburg, zum Theil eigenthümliche Formen beherbergen. Wenn auch viele Gründe für eine Bildung dieser Erzlager durch Ausscheidung aus dem Nebengesteine zu sprechen scheinen, so widersprechen dem doch einzelne Thatsachen, wie z. B. das schon von Stifft erwähnte Vorkommen scharfkantiger Stücke von Rotheisenerz im Schalsteine und umgekehrt. Sehr lehrreiche Bemerkungen über den genetischen Zusammenhang zwischen den Eisenerzlagerstätten und den Diabas- und Schalsteinbildungen gab Koch in seiner mehrerwähnten Abhandlung, S. 165 ff.

Auch am Harze wiederholen sich dieselben räthselhaften Beziehungen zwischen Rotheisenerz und pyroxenischen Grünsteinen. Im Diabas wie im Kalkaphanit, sagt Hausmann, erscheint das Eisenoxyd auf manchfaltige Weise. Bald färbt es nur die Kalkspathkörner, bald durchdringt es diese Gesteine gänzlich, bald verzweigt es sich zwischen den kugelig oder unregelmässig abgesonderten Massen derselben, bald findet es sich darin lager-, gang- oder nesterweise concentrirt. Es wird dann nicht selten von Kalkspathadern durchtrümert, oder es steht in einer innigen Verbindung mit Kieselsäure, mit welcher es oft einen Kieseleisenstein, seltener einen Eisenkiesel darstellt. Ganz besonders erscheint das Eisenoxyd da angehäuft, wo Diabas und Kalkaphanit mit den geschichteten Gesteinen in Berührung sind, und der an die Grünsteine gränzende Kalkstein ist an manchen Stellen so von Eisenoxyd imprägnirt, dass ein reicher Kalkeisenstein entsteht, wie er in den weit erstreckten und mächtigen stockförmigen Massen der Gegenden von Elbingerode, Hüttenrode und Rübeland sich findet. Durch diese Eisenerzlager werden der Diabas und Kalkaphanit zu sehr wichtigen Gebirgsarten für den

*) Ueber die Eisenerzlagerstätte von Brilon insbesondere gab auch Castendyck ausführliche und genaue Mittheilungen in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 7, S. 253 ff.

Harz; besonders zeichnen sich aus der lange, von Osterode bis in den Harzburger Forst sich erstreckende Grünsteinzug; die mächtigen Massen in der Gegend von Zorge und Tilkerode, sowie die manchfaltigen, mit dem Kalksteine von Elbingerode, Rübeland und Hüttenrode in Berührung kommenden Grünsteinzüge*). Auf allen diesen Lagerstätten ist das Eisenoxyd, vorzüglich als dichtes Rotheisenerz, selten als Glanzeisenerz, das herrschende metallische Mineral. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 73 f.

Brauneisenerz ist gleichfalls ein nicht seltener Begleiter der Grünsteine, zumal an der Gränze derselben gegen Kalksteinlager, und dürfte vielleicht zum Theil als ein Zersetzungsproduct des Grünsteins zu betrachten sein.

Bei Wiemeringshausen im Ruhrthale (Westphalen) wird nach v. Dechen ein Diabas- oder Hyperitlager von einer Brauneisenerz-Lagerstätte fast ununterbrochen begleitet; dasselbe scheint mit einem Diabaslager bei Niedersfeld der Fall zu sein. Einige der westlich vom Briloner Eisenberge aufsetzenden Diabasporphyre, wie z. B. die von Löttmaringshausen, Mülsborn und Oberberge führen gleichfalls Brauneisenerz auf ihrer Gränze. Auch im Nassauer Schalsteine findet sich dasselbe Erz an mehren Orten, wie z. B. bei Dehren und Aumenau. Mehre Beispiele vom Vorkommen des Brauneisenerzes zwischen Grünstein und Kalkstein aus Sachsen sind bereits oben S. 135 angeführt worden, und es mag daher nur noch daran erinnert werden, dass auch die Grünsteine des Voigtlandes und Oberfrankens sehr häufig von Brauneisenerz begleitet werden. Ja Hoffmann gedenkt eines Vorkommens südwestlich vom Döbraberge, als eines überzeugenden Beweises, wie wenig die Grünstein- und die Eisenerzmasse von einander getrennt werden können. Dort wurde nämlich auf der Grube Neuer Glockenklang ein Kugelgrünstein als Eisenerz gewonnen, dessen concentrisch schalige Kugeln aus abwechselnden Schalen von Grünstein und thonigem Brauneisenerz bestehen; auch bestätigte derselbe Beobachter das schon von Goldfuss und Bischof angeführte Vorkommen des säulenförmig abgesonderten Thoneisensteins vom Langenbühl bei Steinbach unweit Steben, an welchem nicht selten eine und dieselbe Säule am einen Ende aus Eisenstein, am anderen Ende aus Grünstein besteht. Uebers. der orogr. u. geogn. Verh. vom NW. Deutschland. S. 435 f.

Zu den seltneren Erscheinungen gehört das Vorkommen von Magneteisenerz als Begleiter der Grünsteine. Die Augitporphyre des Ural sind interessant wegen ihres Zusammenvorkommens mit Magneteisenerz, indem nach G. Rose alle die grossen Magnetberge, wie der Blagodat bei Kuschwinsk, die Wissokaja-Gora bei Nischne-Tagilsk und der Katschkanar bei Nischne-Turinsk von Augitporphyr umgeben werden. Auch der berühmte Taberg in Schweden, dessen oben S. 96 gedacht worden ist, gehört vielleicht hierher. Sandberger erwähnt auch ein Magneteisenerzlager im Schalsteine bei Odersbach in Nassau.

Nach Zerrenner besteht der Katschkanar aus einem in steilen Massen aufragenden Pyroxengestein, welches zunächst von Serpentin umgeben, und von zahllosen

---

*) Obgleich diese Eisenerzablagerungen an der Gränze der zuletzt genannten Kalksteinmasse mit derselben in innigem Zusammenhange stehen, so gehören sie ihr doch nicht eigenthümlich, sondern sind ihr durch die Grünsteine zugeführt worden. Der Kalkaphanit ist dort der vorzügliche Begleiter des Eisenerzes, welches eben so innig mit seiner Masse verbunden ist, als es sich auf der andern Seite mit dem Kalkstein vereinigt zeigt. Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges, S. 57.

Magneteisenerztrümern nach allen Richtungen durchzogen wird, dabei aber auch so viele Körner desselben Erzes eingesprengt hält, dass an der gleichzeitigen Bildung des Gesteines und des Erzes gar nicht gezweifelt werden kann. Der Serpentin enthält nur im Contacte des Pyroxengesteins einige Körnchen Magneteisenerz, ist aber ausserdem vollkommen erzleer. Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch. I, 478 f. Ueber die Wissokaja-Gora und den Blagodat gab G. Rose in der Reise nach dem Ural, I, S. 340 u. S. 341, so wie Murchison in *Geology of Russia, p.* 371 und 379 ausführliche Beschreibung. Auch Helmersen veröffentlichte im Jahre 1837 eine specielle Beschreibung des Blagodat, und stellte dabei die Ansicht auf, dass diese Magneteisenerzmassen eruptive Bildungen sind; eine Ansicht, welche auch von Le-Play geltend gemacht wird, indem er besonders darauf hinweist, dass die Erzmassen in die Grünsteine übergehen, und so innig mit ihnen verwebt sind, dass beide nur als gleichzeitige eruptive Gebilde gedeutet werden können.

Dass endlich die Diabase und Augitporphyre bisweilen auch mit Serpentin in einer sehr nahen Beziehung stehen, dass sie stellenweise eine ganz serpentinähnliche Beschaffenheit annehmen, und dass es daher fast den Anschein gewinnt, als ob manche Serpentine aus einer Umwandlung von Grünsteinen hervorgegangen seien, diess mag hier nur vorläufig erwähnt werden, indem wir im nächsten Abschnitte nochmals darauf zurückkommen (vergl. §. 341 und 342).

§. 337. *Geotektonische Verhältnisse der pyroxenischen Grünsteine.*

Von den pyroxenischen Grünsteinen gilt im Allgemeinen dasselbe, was von den amphibolischen Grünsteinen bemerkt wurde, dass sie nicht in sehr weit ausgedehnten, sondern mehr in beschränkteren Ablagerungen aufzutreten pflegen, welche jedoch in einer und derselben Gegend oft recht zahlreich versammelt sind. Indessen scheinen doch die pyroxenischen Grünsteine, wie in der Häufigkeit ihres Vorkommens, so auch in der Grösse ihrer Ablagerungen die amphibolischen Grünsteine zu übertreffen, weshalb sie denn in manchen Gegenden recht ansehnliche Niederlagen bilden.

Die Diabase und alle zu ihnen gehörigen krystallinischen Gesteine sind zwar als eruptive Gesteine zu betrachten, zeigen aber doch gar nicht selten solche Lagerungsformen, welche ihre Gebirgsglieder als regelmässig eingeschichtete, und zu sedimentären Schichtensystemen wesentlich gehörige Bildungen erscheinen lassen. Die Grünsteine treten nämlich recht oft, und vielleicht öfter, als andere eruptive Gesteine, in der Form von Lagern, Lagerstöcken und einzelnen Schichten auf.

Wenn diess mit den klastischen Gesteinen der Diabasfamilie, mit den Grünsteinbreccien und Grünsteintuffen der Fall ist, so liegt darin nichts Auffallendes, weil ja ihr Material, dasselbe mag nun eruptiver oder alluvialer Gesteinsschutt sein, eben so wie das Material anderer klastischer Gesteine, vom Wasser bearbeitet und in Schichten ausgebreitet worden sein kann. Wenn wir aber krystallinische Grünsteine in regelmässigen Schichten oder Lagern auftreten sehen, so lässt sich eine solche Lagerungsform, nach dem der-

maligen Stande unsrer Kenntnisse, nur auf zweierlei Weise begreifen. In einigen Fällen wird nämlich die Erklärung zulässig sein, dass, während der Bildungsperiode des betreffenden Schichtensystems, auf dem Grunde desselben Meeres Grünstein-Eruptionen Statt fanden, deren Material aus Spalten der Erdkruste hervorgepresst und in horizontale, schichtenähnliche Decken ausgebreitet wurde, worauf dann später die durch solche Ereignisse unterbrochene sedimentäre Operation der Natur wieder in Gang kam, und andere Sedimentschichten über der Grünsteindecke zum Absatze gelangten. Dergleichen Grünsteinlager würden daher als effusive Schichten oder Lager (I, 459) zu deuten sein, und nach unten irgendwo mit Grünsteingängen, als ihren eigentlichen Wurzeln zusammenhängen müssen, indem die spaltenförmigen Eruptionscanäle gleichfalls mit Grünsteinmasse ausgefüllt wurden.

Die regelmässigen Trappschichten der Färöer und Islands liefern uns den Beweis, dass solche Vorgänge auch bei der Bildung weit jüngerer eruptiver Gesteine Statt gefunden haben, und berechtigen uns daher zur Annahme dieser Erklärung in vielen Fällen, da wir ältere eruptive Gesteine gleichfalls in regelmässigen Lagern zwischen sedimentären Schichten eingeschaltet finden. Die in neuerer Zeit so beliebte und auch auf diese Fälle angewendete Theorie des Metamorphismus liefert uns wenigstens keine einfachere, und keine solche Erklärung, welche durch Analogieen aus dem Gebiete der neueren eruptiven Gesteine unterstützt würde; ganz abgesehen von der Schwierigkeit, welche sich jedem Versuche entgegenstellt, aus Thonschiefer und Grauwackenschiefer einen krystallinischen Grünstein zu construiren.

In anderen Fällen wird das Vorkommen solcher lagerähnlicher Grünsteinmassen auf die Weise zu erklären sein, dass sie wirkliche Lagergänge (I, 597) oder intrusive Lager sind, welche dadurch entstanden, dass die in der Tiefe aufgesprengten Eruptionsspalten innerhalb der obersten Theile der Erdkruste die in den Schichtungsfugen vorliegenden Discontinuitäten, als die Flächen des kleinsten Widerstandes, benutzten, und sich in der Richtung dieser Fugen fortsetzten, wodurch denn das Schichtensystem zum Aufklaffen gelangte, und das eruptive Gesteinsmaterial auf den Schichtungswechseln eindringen und zur Ablagerung kommen konnte. — In solchen Fällen, welche zumal im Gebiete von steil aufgerichteten Schichtensystemen vorzukommen pflegen, wird es sehr häufig geschehen sein, dass sich das eruptive Gesteinsmaterial auch auf der ehemaligen Oberfläche des Schichtensystems ausgebreitet oder aufgestaut hat, wodurch dann zugleich Decken oder Kuppen von Grünstein gebildet wurden, welche nach unten mit den Lagern zusammenhängen. Doch konnten dergleichen lagerähnliche Bildungen auch in wenig geneigten oder horizontalen Schichtensystemen zur Ausbildung gelangen, indem solche durch die, mit den Eruptionen verbundenen plutonischen Erschütterungen in einzelnen Schichtenfugen aus einander gerissen und gelüftet wurden, worauf denn das, aus den steilen Eruptionscanälen heraufdringende Material den erforderlichen Raum zu einer seitlichen Ausbreitung, zu einer Injection der geöffneten Schichtenfugen vorfand.

Wir haben die hier gebotene Gelegenheit benutzt, diese zweifache Entstehungs-

weise von lagerähnlichen Gebirgsgliedern eruptiver Gesteine etwas ausführlicher zu besprechen, da wir dergleichen Lagern besonders häufig bei den Grünsteinen begegnen; obwohl sie auch bei anderen, theils älteren, theils jüngeren eruptiven Felsarten, wie z. B. bei den Porphyren, Melaphyren und Basalten angetroffen werden, bei denen wir daher nicht weiter auf ihre Erklärung zurückzukommen nöthig haben. Dass auch viele sogenannte Granitlager als Lagergänge zu erklären sind, diess bedarf keiner Erwähnung.

Dass nun aber dergleichen lagerähnliche Gebilde gerade bei den pyroxenischen Grünsteinen zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen gehören, dafür liefern das Herzogthum Nassau, der Harz, das Voigtland, Oberfranken, Westphalen, Devonshire, das südliche Norwegen, und überhaupt alle diejenigen Regionen der Uebergangsformation, in welchen jene Grünsteine eine wichtige Rolle spielen, gar zahlreiche Beweise. Denn wenn auch vielleicht manche schiefrige Aphanite in die Kategorie der sehr feinen Grünsteintuffe gehören dürften, so erlauben doch die krystallinisch-körnigen und die porphyrartigen Diabasgesteine keine solche Deutung.

Nicht selten sieht man Grünsteinlager in mehrfacher Wiederholung zwischen den Schichten der Grauwacke und des Thonschiefers eingeschaltet, während zugleich Lager von Grünsteintuffen auftreten, welche bisweilen organische Ueberreste enthalten, und sich dadurch als gleichzeitige Bildungen mit denen sie einschliessenden Schiefern zu erkennen geben. In solchen Fällen werden auch gewiss viele der Grünsteinlager als die Resultate gleichzeitiger Eruptionen zu betrachten sein, weil ja die regelmässig eingeschichteten Breccien und Tuffe den Beweis liefern, dass die beiderlei Operationen, durch welche einerseits Grünsteine, und anderseits sedimentäre Gesteine geliefert wurden, wie dem Raume, so auch der Zeit nach in einander gefallen sind, oder doch wenigstens mit einander abgewechselt haben.

Diese Grünsteinlager zeigen übrigens in ihren Formen und Dimensionen grosse Verschiedenheiten; bald erscheinen sie als regelmässige Parallelmassen, bald mit abwechselnden Anschwellungen und Verschmälerungen, bald als Lenticularstöcke, deren bisweilen mehre reihenförmig hinter einander liegen, und gleichsam ein aus einzelnen Stöcken bestehendes Lager darstellen. Auch können diese effusiven Lager stellenweise abnorme Verbandverhältnisse gegen ihr Nebengestein, oder auch eine sehr innige Verflössung mit demselben zeigen, welche bisweilen durch tuffartige Zwischenbildungen vermittelt sein wird. Ihre Mächtigkeit und Ausdehnung ist in manchen Fällen nicht bedeutend, während in anderen Fällen die erstere einige hundert, und die leztere viele tausend Fuss betragen kann. Sie endigen gewöhnlich durch Auskeilung, und zerschlagen sich dabei zuweilen in mehre Trümer.

Viele hierher gehörige Erscheinungen sind bereits oben (S. 287 f.) zur Erwähnung gebracht worden. Im Herzogthum Nassau treten bisweilen Grünsteine in scheinbar regelmässiger Wechsellagerung mit den pelitischen und psammitischen Gesteinen der devonischen Formation auf. Stifft spricht sich über diese Verhältnisse folgendermaassen aus: Wenn uns die Natur unwidersprechlich deutliche Wechsellagerung zwischen Grünstein und Grauwacke zeigt, so darf dieselbe nicht

abgeläugnet werden, wenn sie auch nicht zu den Ideen passt, welche man sonst aus überwiegenden Gründen annehmen zu müssen glaubt. Viele wichtige Gründe lassen auch mich die dioritischen Gesteine nicht zu den neptunischen Bildungen zählen, aber deshalb kann ich mich nicht bestimmt fühlen, die deutlichen Lager und die Wechsel derselben mit Grauwacke abzuläugnen. Geogn. Beschreibung des Herz. Nassau, S. 502. — Auch am Harze ist das lagerartige Vorkommen der pyroxenischen Grünsteine als das gewöhnlichere zu betrachten, wie denn selbst der bedeutendste, von Osterode bis nach Neustadt, ungefähr $3^1/_2$ Meilen weit fortlaufende Grünsteinzug diesen Charakter zeigt. Die schmäleren Grünsteinlager erscheinen zuweilen mehrfach hinter einander in geringem Abstande zwischen den Schichten der Uebergangsformation; so besonders ausgezeichnet in den Gegenden zwischen Goslar und Wolfshagen, in den Bodegegenden zwischen Elbingerode und Treseburg, im Selkethale zwischen Mägdesprung und Falkenstein. Hausmann, Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 26. Ja, selbst am Burgberge bei Treseburg, wo Hoffmann die kuppenartige Ausbreitung eines Grünsteinganges zu sehen glaubte, ist nach Zinkens späteren Beobachtungen der Grünstein dem Thonschiefer ohne alle Störung ganz regelmässig eingelagert. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, S. 600. — Im Voigtlande und in Oberfranken sieht man an vielen Orten die Grünsteine den Schichten der Uebergangsformation so regelmässig eingelagert, und hinwiederum Schieferschichten den grösseren Grünsteinmassen so ungestört eingeschaltet, dass an einer gleichzeitigen, oder vielmehr an einer unmittelbar auf einander folgenden, und mit einander abwechselnden Bildung der beiderlei Gesteine kaum zu zweifeln sein dürfte. Dagegen scheinen sich die unweit Freiberg, in der Gegend von Seifersdorf und Langhennersdorf vorkommenden, und von Schippan so genau dargestellten Grünsteinlager, welche nach Südwesten mit einer Grünsteinkuppe zusammenhängen, als wirkliche Lagergänge von späterer Bildung zu beurkunden. — Dass auch in Westphalen die Diabasporphyre zwischen Giershagen und Berge, und die Diabase (oder Hyperite) des oberen Ruhrthales im Allgemeinen als mächtige Lager ausgebildet sind, diess ergiebt sich aus den sorgfältigen Beschreibungen, welche v. Dechen über sie mitgetheilt hat. Und so wiederholen sich dieselben Erscheinungen in vielen anderen Ländern.

Wenn es nun nicht geläugnet werden kann, dass viele dieser lagerartigen Grünsteingebilde als effusive Lager oder Schichten (I, 459) gedeutet werden müssen, welche während der Bildungsperiode desjenigen Schichtensystems ausgebreitet wurden, innerhalb dessen sie auftreten, so lässt sich doch eben so gewiss behaupten, dass andere Grünsteinlager als intrusive Lager, als wirkliche Lagergänge, und folglich als solche Gebirgsglieder zu betrachten sind, welche erst lange nach der Bildung und Consolidirung, ja wohl erst nach der Aufrichtung des sie umschliessenden Schichtensystems zwischen dasselbe eingeschoben oder eingetrieben worden sind.

Die bisweilen sehr unregelmässigen Formen und Begränzungen, die stellenweise sehr auffallenden abnormen Verbandverhältnisse, die mitunter eintretende plötzliche Durchschneidung der angränzenden Schichten, das Vorkommen von Fragmenten und von Beweisen mechanischer oder chemischer Einwirkung auf die zunächst angränzenden Massen des Nebengesteins, der unmittelbare Zusammenhang mit unzweifelhaft gangartigen, oder mit kuppenförmigen und deckenartigen Gebirgsgliedern; diese und andere Erscheinungen sind es, welche in vielen Fällen die eigentliche Natur solcher Lager und Stöcke

verrathen, und sie als wirkliche Lagergänge oder auch als Gangstöcke erkennen lassen.

So hat Böbert die gangartige Natur vieler Grünsteingebilde des Harzes nachgewiesen, und auch später ähnliche Beobachtungen aus dem südlichen Norwegen mitgetheilt, an welche sich andere, von Keilhau beobachtete Thatsachen anschliessen. Auf der Insel Langöe, im Christianiafjorde unweit Holmestrand, wird der silurische Kalkstein von zahlreichen Grünsteingängen durchsetzt, zwischen welchen auch Grünstein l a g e r vorkommen; eines dieser Lager wirft sich plötzlich unter einem bedeutenden Winkel in eine die Schichten durchschneidende Richtung, und setzt eine Strecke weit als ein entschiedener Gang fort, um dann abermals den Verlauf eines Lagers anzunehmen. Der Quarzitschiefer auf Aröe wird von einem Grünsteingange rechtwinkelig durchschnitten, welcher an zwei Puncten lagerartige Seitenausläufer zwischen den Schichten des Nebengesteins hinausgetrieben hat. Keilhau, *Gaea Norvegica*, I, S. 45 u. 46. — Hausmann hat in der schon öfters angeführten Schrift S. 29 mehre Diagramme mitgetheilt, durch welche das am Harze zuweilen vorkommende, bald einseitige, bald mehrseitige oder allseitige k u p p e n a r t i g e U e b e r g r e i f e n der Grünsteinlager an ihrem Ausgehenden erläutert werden soll, und Zimmermann hat schon früher gezeigt, dass der von Zinken eingeführte Unterschied eines Kuppengrünsteins und Lagergrünsteins nur auf diese Weise zu verstehen ist, wie solches schon mehre Jahre vorher von Hoffmann angedeutet worden war. — Die vorhin erwähnten Grünsteinlager in Seifersdorf unweit Freiberg verlieren sich nach Südwesten unter einer mächtigen, bis in das Langewiesenthal fortlaufenden Grünsteinkuppe, mit welcher sie nach oben jedenfalls zusammenhängen. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, Heft I, S. 63. Dasselbe ist der Fall mit mehren Lagergängen in der Gegend von Planitz, unweit Zwickau, welche zwischen den Schichten des Grauwackengebirges eingeschaltet sind, während die Schichtenköpfe derselben Grauwacke von mächtigen und weit ausgebreiteten Grünsteinmassen überlagert werden; a. a. O. Heft II, S. 329. S o l c h e Verhältnisse können nun freilich bei effusiven Grünsteinlagern nicht vorkommen, wogegen das stellenweise Anschwellen eines e i n z e l n e n Lagers zu einer kuppenartigen Protuberanz allenfalls auch noch bei derartigen Lagern zu erklären sein würde.

Unmittelbar an diese Lagergänge der Grünsteine schliessen sich, als die einer z w e i t e n Lagerungsform entsprechenden Gebirgsglieder, die unzweifelhaften G ä n g e und G a n g s t ö c k e an, deren gangartige Natur durch ihre durchgreifende Lagerung auf das Bestimmteste erwiesen wird. Dergleichen Gebirgsglieder sind wohl in den meisten Grünstein-Regionen nachgewiesen worden, obgleich sie nicht gerade zu den besonders häufigen Erscheinungen gehören; auch treten sie bisweilen theils sporadisch, theils gesellig in anderen Regionen auf, wo grössere Grünstein-Ablagerungen gar nicht mehr vorhanden sind. Sie erreichen verschiedene Dimensionen, sind oft als sehr regelmässige Parallelmassen ausgebildet, zeigen bisweilen rechtwinkelig auf ihre Salbänder eine deutliche prismatische Absonderung, oder auch eine Anlage zu sphäroidischen Gesteinsformen, und lassen nur selten solche Erscheinungen wahrnehmen, durch welche eine sehr auffallende Einwirkung auf ihr Nebengestein bewiesen werden könnte.

Uebrigens versteht es sich von selbst, dass auch d i e s e Gänge, eben so wie die Lagergänge, nach oben bisweilen in kuppenförmige oder deckenartige

Gebirgsglieder übergehen können, und dass in solchen Gegenden, wo successive Wiederholungen der Grünstein-Eruptionen Statt gefunden haben, auch Gänge verschiedenen Alters an ihren gegenseitigen Durchsetzungs-Verhältnissen zu erkennen sein werden.

In der Tiefe des Rimlasgrundes bei Berneck, welcher fast durchaus in Grünstein eingeschnitten ist, taucht an einer Stelle ein Kalksteinlager hervor; dasselbe wird von einem senkrechten, 3 Fuss mächtigen Grünsteingange durchschnitten, welcher mit dem über dem Kalkstein liegenden Grünsteine in unmittelbarem Zusammenhange steht; bei der Anlage des Kalkbruches ist dieser Grünsteingang stehen gelassen und nur an einer Stelle durchbrochen worden, daher er wie eine Mauer quer vor dem Eingange des Bruches aufragt. Irgend eine Veränderung des Kalksteins im Contacte ist nicht wahrzunehmen. — Hoffmann beschreibt einige Grünsteingänge, welche in ein paar Kalksteinbrüchen Oberfrankens aufgeschlossen worden sind, und die Kalksteinschichten fast rechtwinkelig durchschneiden; einen aus der Gegend von Naila, und zwei von der Südwestseite des Döbraberges. Die beiden letzteren sind 2 und 3 Fuss mächtig, bestehen, eben so wie der erstere, aus sehr glimmerreichem Diabas und haben wenigstens keine auffallende Veränderung des Kalksteins verursacht. — In Nassau, wo doch die Grünsteine so verbreitet sind, gehören deutliche Gänge zu den sehr seltenen Erscheinungen; sowohl Stifft als Sandberger gedenken nur eines einzigen Beispiels aus der Gegend von Eibach, wo ein Eisenerzlager durch einen senkrecht aufsteigenden Gang von Kalkaphanit abgeschnitten wird, welcher sich über Tage zu mehren Kuppen ausbreitet. — Nach Hausmann hat Volkmar am Harze in den Bode-Gegenden entschiedene gangartige Gebirgsglieder von Grünstein zum Theil von bedeutender Erstreckung nachgewiesen; auch wird der Kalkstein der Gegend von Rübeland von pyroxenischem Grünstein gangförmig durchsetzt. — In der Gegend von Christiania gehören Grünsteingänge zu den ziemlich häufigen Erscheinungen, und auch in England und Schottland würden sie, zumal im Gebiete der Steinkohlenformation, recht zahlreich anzunehmen sein, wenn nicht der grössere Theil dieser Gänge der Melaphyrformation angehört. — In dem an mächtigen Grünsteinlagern so reichen Sandsteine des Connecticut-Thales sind wirkliche und ächte Gänge sehr selten; Hitchcock kennt in Massachusetts keinen Fall, erwähnt jedoch einige aus dem Staate Connecticut; dagegen ist die Grauwacke in der Gegend von Boston und Charlestown sehr reich daran, und am Vorgebirge Nahant wird eine kleine Schieferpartie von so zahlreichen und mächtigen Grünsteingängen durchsetzt, dass fast die Hälfte der Oberfläche aus Grünstein besteht. Dabei sind jedoch diese Gänge von zweierlei Bildung, da sie sich oft gegenseitig durchkreuzen. Auch im Schiefer, Gneisse und Granite von Maine bilden nach Jackson Grünsteingänge eine sehr gewöhnliche Erscheinung; ja, derselbe Geolog beschreibt vom Bald-Head unweit York mehre Beispiele von Gangdurchsetzungen, welche sogar eine dreifache Repetition ihrer Bildung beweisen. *Second Report on the geol. of the state of Maine*, 1838, *p.* 72.

Mit den gangartigen Gebirgsgliedern der Grünsteine stehen die kuppenartigen und deckenartigen Gebirgsglieder in sehr naher Beziehung. Die ersteren lassen sich, sofern sie ursprüngliche Kuppen sind, als kuppenförmige Anschwellungen und Ausbreitungen von Grünsteingängen an ihrem Ausgehenden betrachten, welches Vorkommen schon bei der Schilderung der Lagergänge und transversalen Gänge erwähnt worden ist. Zuweilen kommen auch Grünsteinkuppen von untergreifender Lagerung vor, deren Verhält-

nisse Hausmann, in seinem Werke über die Bildung des Harzgebirges, durch einige Diagramme erläutert hat.

Von allen solchen Kuppen müssen die secundären Kuppen unterschieden werden, welche nur einzelne, kuppenartig aufragende Ueberbleibsel von Grünsteindecken sind. Diese letzteren aber erscheinen als mehr oder weniger ausgedehnte Ablagerungen, welche ihrer Unterlage im grössten Theile ihres Verbreitungsgebietes flach aufgelagert sind, und nur hier und da mit gangartigen Gliedern, gleichsam wie mit ihren Wurzeln, in die Tiefe hinabreichen. Sie bilden gewöhnlich die grösseren, zusammenhängenden Grünsteinpartieen, zeigen meist sehr unregelmässige Contoure, bei einer bisweilen auffallend langgestreckten Form, ragen nicht selten in vielen einzelnen Gipfeln auf, und erweisen sich in ihrer Verbreitung und Lagerung oft gänzlich unabhängig von der Architektur, also von dem Streichen und Fallen derjenigen geschichteten Formationen, in deren Gebiete sie auftreten. Da nun diese Formationen mehr oder weniger steil aufgerichtet zu sein pflegen, so breiten sie sich über den Schichtenköpfen derselben in Richtungen aus, welche dem Streichen derselben keinesweges entsprechen, ja nicht selten fast rechtwinkelig darauf sind.

Diesen letzteren Umstand, welcher einen schlagenden Beweis für die unabhängige Lagerung und die deckenförmige Ausbreitung solcher Grünstein-Niederlagen liefert, hat bereits Hoffmann in Oberfranken erkannt. Schon die allgemeinen Verhältnisse der dortigen Grünsteine, sagt er, widersprechen der Ansicht ihrer Unterordnung unter den Thonschiefer, die Grauwacken und Kalksteine, in rein neptunischem Sinne. Denn überall, wo sie in grösserem Zusammenhange auftreten, folgt ihre Längen-Ausdehnung sehr auffallend einer Richtung, welche fast rechtwinkelig von der herrschenden Streichungslinie des Schiefergebirges abweicht. Uebers. der orogr. und geogn. Verh. des NW. Deutschland, S. 433. Dass es sich aber wirklich so verhalte, diess lehrt ein Blick auf die geognostischen Karten Oberfrankens und des Voigtlandes*). Die Grünsteinbreccien insbesondere, welche in der Gegend von Elsterberg über Plauen bis nach Selbitz und Trogenau über bedeutende Flächenräume ausgedehnt sind, lassen eine sehr entschiedene Unabhängigkeit ihrer Verbreitung und Lagerung erkennen. Dasselbe gilt aber auch von den grösseren Ablagerungen der Diabase, der Aphanite und Kalkaphanite, welche zwar bisweilen in ihrer allgemeinen Längenausdehnung dem Zuge der Schichten folgen, desungeachtet aber so auffallende Biegungen ihres Verlaufes, und so vielfache Undulationen ihrer Contoure zeigen, dass man sie kaum für regelmässig eingeschichtete Massen erklären kann. Noch bestimmter gibt sich dieses Verhältniss bei manchen minder ausgedehnten aber mehr arrondirten Grünstein-Niederlagen zu erkennen; wie z. B. bei denen von Wildenfels, Planitz, Schönfels, Neumark, Reinsdorf (unweit Plauen) und Planzschwitz, für welche auf diese Unabhängigkeit ihrer Begränzung und Lagerung z. Th. schon früher hingewiesen worden ist. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft II, S. 307 und 329. Dass sich auch in anderen Gegenden ähnliche Erscheinungen wiederholen, diess lehren die Beobachtungen Beyrichs, welcher ausdrücklich bemerkt, dass viele Grünstein-Ablagerungen im Herzogthum Nassau durchaus nicht in den Schichtenverband des dortigen Grauwackengebirgs eingezwängt, vielmehr erst nach der Erhebung des ganzen Gebirges gebildet sind, auf

*) Man betrachte die Sectionen XV, XIX und XX der geognostischen Karte des Königreiches Sachsen und der angränzenden Länder-Abtheilungen.

dessen Configuration und Thalbildung sie fast gar keinen Einfluss hatten. Beiträge zur Kenntniss der Verst. des Rhein. Uebergangsgebirges, Heft I, 1837, S. 11.

Sehr ausgezeichnete Beispiele von horizontal ausgebreiteten Grünsteindecken liefert der sogenannte Trapp Westgothlands, welcher nach Erdmann (*Vägledning till Bergarternas Kännedom*, S. 160) zu den Diabasen gehört, und über den horizontalen Schichten der dortigen Silurformation als eine mächtige Decke abgelagert worden ist, deren Ueberreste gegenwärtig die plateauförmig ausgedehnten Gipfel der Kinnekulle, des Hunneberges, Halleberges, Mösseberges u. s. w. bilden. Nach den Analysen von Streng scheinen freilich diese Gesteine den Doleriten noch näher zu stehen, als den Diabasen; (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 10, S. 174.) Ganz ähnlich ist nach Helmersen die Lagerungsform der Grünsteine im Gouvernement Olonez, wo sie über den Schiefern so regelmässig ausgebreitet sind, wie man diess nur an sedimentären Gesteinen zu beobachten gewohnt ist; (Dieselbe Zeitschr. B. 9, S. 565.)

Einigermaassen auffallend ist es, dass die grösseren Gebirgsglieder der Grünsteine nur selten mit Apophysen in ihr Nebengestein hinausgreifen, während doch dergleichen bei den Graniten zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen gehören und bei eruptiven Gesteinen überhaupt vorausgesetzt werden können. Es mag diess vielleicht darin seinen Grund haben, dass transversale Gänge von durchgreifender, insbesondere aber, dass typhonische Stöcke von untergreifender Lagerung bei den Grünsteinen nur selten zu beobachten sind, weil gerade diese beiden Lagerungsformen der Ausbildung von Apophysen vorzüglich günstig zu sein scheinen. Indessen sind doch hier und da Trümer und Adern von Grünstein beobachtet worden, welche von grösseren Massen auslaufen, oder doch wenigstens nach ihren Formen und Dimensionen als dergleichen Ausläufer zu betrachten sind. Auch kommen bisweilen kleinere Grünsteinmassen in der Form von unregelmässigen Nieren und Nestern, von knolligen und keilförmigen Gestalten vor, welche, scheinbar ganz isolirt, mitten in anderen Gesteinen eingeschlossen und nur schwierig zu erklären sind.

De-la-Beche hat vom Towan-Head Grünstein-Ramificationen im Thonschiefer abgebildet, welche sich in aller Hinsicht mit den ähnlichen Ramificationen der Granite vergleichen lassen. Auch zwischen dem Chick-Rock und der Holywell-Bay finden sich sehr interessante Verflechtungen beider Gesteine. Derselbe ausgezeichnete Geolog beschreibt von Saltash und St. Stephen merkwürdige Combinationen von Grauwacke und Grünstein, indem der letztere innerhalb der ersteren theils gerade, theils gebogene und sehr unregelmässig gestaltete keilförmige Massen bildet, welche den Schichten der Grauwacke nur ungefähr parallel liegen. *Report on the Geology of Cornwall and Devon, p.* 87 und 63. — Hausmann bemerkt, dass wo am Harze Grünsteinmassen so aufgeschlossen sind, dass man ihre Verbreitung aus der Tiefe nach oben übersehen kann, zuweilen eine Zertheilung und Verästelung wahrzunehmen ist, wodurch bald grössere, bald kleinere Massen vom Nebengestein mehr oder weniger eingeschlossen werden. Selten, wie z. B. am Ausgange des Granethales, erscheinen einzelne, kleinere und grössere, kugelförmige oder unbestimmt geformte Theile von der Hauptmasse des Grünsteins völlig getrennt, und von der Schiefermasse, die sich ihnen schalenförmig anschmiegt, eingehüllt. An manchen Stellen ist der Grünstein in die Massen, mit welchen er in Berührung kam, eingedrungen, wodurch manchfaltige, unbestimmte Uebergangsgesteine gebildet worden sind. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 30.

Was endlich die Verhältnisse der Grünsteinbreccien und Grünsteinconglomerate zu den krystallinischen Diabasgesteinen betrifft, so scheint es, dass die schiefrigen und geschichteten Gesteine der Art von den massigen und ungeschichteten getrennt werden müssen. Während die ersteren, eben so wie die Grünsteinpsammite und Grünsteintuffe, den sedimentären Formationen gar häufig regelmässig eingeschichtet sind, so bilden die ungeschichteten Grünsteinconglomerate theils selbständige Kuppen, theils auch blose Umhüllungen, gleichsam eine grobe Emballagé von Grünsteinkuppen und Grünsteinstöcken, und beurkunden sich wohl in beiden Fällen als wirkliche Reibungsconglomerate. Ueberhaupt aber bieten diese klastischen Gesteine der Diabasformation noch manche räthselhaften Verhältnisse dar, weshalb denn auch die von mehren Geologen aufgestellte Ansicht, dass ihre Bildung mit der Existenz wirklicher vorweltlicher Vulcane im Zusammenhange gestanden habe, noch keinesweges als völlig erwiesen zu betrachten sein dürfte.

Dass übrigens die Eruptionen der meisten pyroxenischen Grünsteine während der Periode der Uebergangsformationen Statt gefunden haben, diess ist bereits oben (S. 286 f.) ausführlich erörtert worden. Indessen müssen sich auch noch später Eruptionen desselben Materials wiederholt haben, da in Devonshire die Steinkohlenformation mit gleichzeitigen Grünsteinen verbunden ist, und da die in den steil aufgerichteten Regionen der devonischen Formation übergreifend gelagerten Grünsteine doch erst nach der Bildung, Consolidirung und Aufrichtung der betreffenden Schichtensysteme hervorgetreten sein können*).

§. 338. *Einwirkungen der pyroxenischen Grünsteine auf die angränzenden Gesteine.*

Wenn schon die mineralische Zusammensetzung und die meisten Lagerungsformen der pyroxenischen Grünsteine ihre eruptive Entstehung beweisen, so wird solche noch durch manche andere, bisweilen wahrnehmbare Erscheinungen bestätigt. Dahin gehören die Störungen der Schichten ihres Nebengesteins, die Einschlüsse von Fragmenten desselben, und die durch Anhäufung solcher Fragmente gebildeten Reibungsconglomerate, sowie endlich die hier und da beobachteten materiellen Veränderungen, welche sie in den angränzenden Gesteinen verursacht haben. Doch geben sich diese letzteren nur selten als wirkliche kaustische Einwirkungen zu erkennen, weshalb denn auch eine lediglich pyrogene Natur für die Grünsteine, eben so wie für die Granite, zu bezweifeln sein dürfte.

Die von den Grünsteinen durchbrochenen Gesteinsschichten sind bisweilen auffallend verbogen, geknickt und gestaucht, was auf die grosse mechanische Gewalt schliessen lässt, mit welcher das Material der Grünsteine aus den Tiefen der Erde hervorgetrieben worden ist.

*) Ja, bei Teschen giebt es nach Hohenegger Grünsteine, welche in die Zeit der Kreideformation fallen, da sie zwischen den Kalken und Schiefern der Neocombildung auftreten.

So bemerkt Hausmann, dass am Harze die Aufrichtung der Schichten mit ihrer Annäherung gegen die Grünsteine im Allgemeinen zunimmt, und dass dasselbe für die ausgezeichneten Biegungen, Knickungen und Faltungen derselben gilt, welche sich sowohl bei der eigentlichen Grauwacke, als auch bei dem Grauwackenschiefer und Thonschiefer finden. Für beide diese Verhältnisse soll die Grauwacke des Innerstethales und der unteren Theile des Sieber- und Oderthales auffallende Beispiele liefern, während die Windungen und Faltungen des Thonschiefers nirgends ausgezeichneter sind, als zwischen Wippra und Binsenrode, wo sich diese Erscheinungen in bedeutender Ausdehnung, bis zu den kleinsten Dimensionen, und auf die manchfaltigste Weise beobachten lassen. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 33 und 64. Fridolin Sandberger beschrieb ein interessantes Vorkommen von Ahausen unweit Weilburg in Nassau. Dort steigt eine mächtige Diabasmasse terrassenförmig unter den fast horizontal geschichteten Cypridinenschiefern herauf, deren Schichten daher meist rechtwinkelig an ihr abschneiden; an einigen Stellen, wo die Auflagerungsfläche sehr schön entblöst ist, zeigt sie ganz eigenthümliche unregelmässige Eindrücke, wie wenn die zackige Oberfläche des Grünsteins sich in den noch weichen Schiefern abgeformt hätte. Jahrbücher des Nassauer Vereins für Naturkunde, Heft VIII, S. 7. — Nach De-la-Beche finden sich in Devonshire an mehren Orten, wie z. B. bei High-Week, Newton-Bushel und Bickington sehr schöne Beweise für einen gewaltsamen Durchbruch des Grünsteins durch den Thonschiefer, bei Buckfastleigh aber eben dergleichen für seine Durchbrechung des Kalksteins. — Die Grünstein gänge haben bisweilen die von ihnen durchschnittenen Schichten an der einen Seite umgebogen und aufwärts gedrängt; ein auffallendes Beispiel dieser Einwirkung beobachtete Hitchcock bei Charlestown in Massachusetts, wo ein 10 F. mächtiger, etwa 50° fallender Grünsteingang die Schieferschichten in seinem Liegenden stark aufwärts gebogen hat; bei East-Rock, unweit Newhaven in Connecticut, hat ein nur fussmächtiger, im Sandsteine aufsetzender Gang den hangenden Sandstein aufwärts gedrängt.

Fragmente der durchbrochenen Gesteine kommen in den Grünsteinen von allen Grössen und bisweilen in grosser Menge vor; sie sind bald eckig, bald abgerundet, treten aber nicht immer so deutlich hervor, als diess z. B. mit denen im Granite eingeschlossenen Fragmenten der Fall ist. Obgleich sie von sehr verschiedenen Gesteinen abstammen können, so ist es doch gerade bei den Grünsteinen eine besonders häufige Erscheinung, dass die von ihnen umschlossenen Bruchstücke oder Geschiebe mit ihnen selbst von gleichartiger Natur sind, und also gleichfalls aus Grünstein bestehen; wenn es dann sehr ähnliche Varietäten sind, welche einerseits das einschliessende Gestein und anderseits die eingeschlossenen Fragmente bilden, so kann die Erkennung der letzteren bisweilen recht schwierig werden, weil sie gewöhnlich mit der einschliessenden Masse sehr fest verwachsen sind; dann pflegen sie nur an der verwitterten Gesteinsoberfläche deutlicher hervorzutreten. Nicht selten erlangen die Fragmente eine sehr bedeutende Grösse, und oft treten sie recht zahlreich auf, wodurch dann die Bildung von Grünsteinbreccien und Grünsteinconglomeraten vermittelt wird, welche sich auf diese Weise an die krystallinischen Gesteine der Grünsteinfamilie anschliessen.

De-la-Beche beschreibt aus Luscombe's Quarry in Devonshire ein Vorkommen von sehr grossen, im Allgemeinen schollenförmig, im Besondern aber sehr unregelmässig gestalteten Kalksteinfragmenten, welche mitten im Grünsteine eingeschlossen sind. In dem, mehre 100 Fuss mächtigen Diabas- oder Hyperitlager des Ochsen-

berges, oberhalb Wiemeringhausen im Ruhrthale, kommen nach v. Dechen grosse Partieen eines hellgrauen harten Schiefers vor: entschiedene Fragmente des Thonschiefers, welche durch die Hyperitmasse losgesprengt, eingeschlossen und verändert worden sind. Sandberger erwähnt ein grosses, von einer eisenschüssigen Kieselmasse umgebenes Stück Dolomit, welches am Niederschelder Hammer bei Dillenburg gänzlich von Diabas umhüllt gefunden wurde. Bei Gospersgrün, unweit Zwickau in Sachsen, ist ein mächtiges verticales Grünsteinschieferlager von fuss- bis lachtergrossen Schollen eines dunkelgrauen, etwas harten Grauwackenschiefers erfüllt, welche insgesammt mit ihren breiten Seitenflächen den Schichten des sie einschliessenden Grünsteins parallel liegen, und daher in verticaler Stellung suspendirt sind. Eine Beschreibung sehr interessanter Einschlüsse einestheils von Kalkschiefer, anderntheils von Thonschiefer in dem Grünsteine des Ulmbachthales im Kreise Wetzlar gab v. Klipstein, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 5, S. 538 u. 541.

Kleinere Bruchstücke sind nicht selten und daher schon in vielen Gegenden beobachtet worden. So enthalten z. B. die Grünsteingänge von Eger und Sorgenfrie im südlichen Norwegen Gneissfragmente; der Augitporphyr von Bogoslowsk umschliesst nach G. Rose sehr viele eckige Bruchstücke von Grauwacke. In dem Kalkaphanite oder Diabasmandelsteine des Weilburger Schlossberges finden sich nach Sandberger Bruchstücke von Diabas und von einem basaltjaspisähnlichen Gesteine. Der Altschönfelser Schlossberg unweit Zwickau besteht aus festem Aphanit und Aphanitschiefer, welche zahlreiche, zoll- bis ellengrosse, meist noch recht scharfkantige, bisweilen auch abgerundete Fragmente eines licht grünlichgrauen, harten, thonschiefer- oder grünsteinschieferähnlichen Gesteines, sowie eines Kalkaphanites umschliessen, der jenem des südlich vorliegenden Kirchberges sehr ähnlich ist; auch kommen bisweilen granitähnliche Geschiebe vor. Die Häufigkeit der Fragmente lässt das Ganze als ein förmliches Grünsteinconglomerat erscheinen, welches wohl in die Kategorie der eruptiven Reibungsconglomerate gehören dürfte (I, 655).

Wie die Bildung der im Voigtlande und in Oberfranken so ausserordentlich verbreiteten, unvollkommen schiefrigen und auch meist geschichteten Grünsteinbreccien zu erklären sei, darüber sind erst weitere Aufschlüsse zu erwarten. Sie enthalten bald viele bald wenige, bald grosse bald kleine, meist eckige, selten abgerundete Fragmente, die gewöhnlich aus aphanitischem Grünstein und aus einem licht blaulichgrauen bis fast lavendelblauen, dem sogenannten Basaltjaspis ähnlichen Gesteine bestehen, und lassen einerseits einen Zusammenhang mit massigen Grünsteinen erkennen, während sie anderseits, durch Verfeinerung des Kornes, in Grünsteinpsammite und Grünsteintuffe übergehen. In seltenen Fällen umschliessen sie ganz vereinzelte organische Ueberreste. Auch bei Weilburg in Nassau, wo der Kalkaphanit in eine Breccie mit basaltjaspisähnlichen Bruchstücken übergeht, ist nach Sandberger in dieser Breccie ein Schraubenstein, sowie zwischen Dillenburg und Donsbach in ähnlichem Gesteine eine grössere Anzahl von Versteinerungen gefunden worden.

Was endlich die substantiellen oder chemischen Veränderungen anlangt, welche die Grünsteine auf ihr Nebengestein ausgeübt haben, so sind bereits im ersten Bande S. 744 einige Erscheinungen der Art erwähnt worden. Diese Veränderungen lassen theils auf eine Einwirkung hoher Temperatur, theils auf eine Imprägnation mit Bestandtheilen schliessen, welche von dem Grünsteinmateriale ausgegangen ist. Eine Bleichung dunkel gefärbter Gesteine, eine Verdichtung und Erhärtung der Schiefer, eine mehr oder weniger

deutliche Umkrystallisirung, und endlich eine an gebrannte Thone und Porcellanite erinnernde Umbildung: das sind die Erscheinungen, welche man bisweilen im Contacte der Grünsteine beobachtet hat; aber auch nur bisweilen, denn gar häufig erscheint das Nebengestein derselben so gut wie völlig unverändert. Merkwürdig ist es, dass die Kalksteine in der Regel gar keine merkbare Veränderung erlitten haben.

Hausmann bemerkt, dass am Harze der Thonschiefer seine gewöhnlich dunkle, durch Kohlenstoff bedingte Farbe im Contacte mit den Grünsteinen eingebüsst und mit einer lichtgrauen Farbe vertauscht hat, wie er sie auch erhält, wenn er stark geglüht wird. Eine ähnliche Bleichung zeigen auch nach v. Dechen die Thonschiefer der Ruhrgegenden hin und wieder im Contacte mit den dortigen Hyperiten, wie sie denn auch in Nassau, im Voigtlande und in Oberfranken beobachtet worden ist. Dabei sind diese Gesteine gewöhnlich so dicht und hart geworden, dass sie eine mehr oder weniger auffallende äussere Aehnlichkeit mit Kieselschiefer zeigen, ohne jedoch in wirklichen Kieselschiefer umgewandelt worden zu sein, wie wohl bisweilen behauptet worden ist*). Einen sehr interessanten Fall von Umbildung eines rothen Thonschiefers in ein gestreiftes, jaspisähnliches Gestein beschreibt v. Klipstein aus der Gegend von Heisterberg, im Kreise Wetzlar a. a. O. S. 530). Nach Zinken sollen die Schiefer des Harzes im Contacte der Grünsteine gar nicht selten eine ähnliche Umwandlung in Fleckschiefer und Bandschiefer (I. 753) erlitten haben, wie sie so oft in der Nähe der Granite beobachtet wird.

Interessant ist die Erscheinung, welche Murchison vom Whitsborn-Hill, am westlichen Ende des Corndon in Wales berichtet. Dort liegt ein 20 bis 40 Fuss mächtiger, säulenförmig abgesonderter Lagergang von Grünstein im Schiefer; unmittelbar im Contacte ist der letztere in eine Art von Porcellanit umgewandelt, welcher weiterhin in verhärteten Schiefer übergeht, bis endlich in 12 Fuss Abstand der unveränderte Schiefer beginnt. *The Silurian System, p.* 274. Die ganz ähnlichen, aber noch auffallenderen Erscheinungen, welche Phillips vom Brock-Hill am Temefluss beschreibt, wo ein 30 F. mächtiger Gang von grobkörnigem Grünstein vertical in horizontal geschichtetem Sandstein und Schieferletten der devonischen Formation aufsetzt, und diese Gesteine bis auf 17 und 30 Fuss Abstand verändert hat, dürften wohl eher auf amphibolischen Grünstein zu beziehen sein. *Mem. of the geol. survey of Great-Britain, II, part* 1, *p.* 156. — Der von Zeuschner bei Teschen und Kattowice, sowie der von Jackson auf Deer-Island beobachteten Einwirkungen ist bereits im ersten Bande S. 743 f. gedacht worden. An sie schliessen sich die, z. Th. schon früher von Silliman beschriebenen und von Hitchcock bestätigten Umwandlungen des Sandsteins im Connecticut-Thale an; dort liegt am Rocky-Hill bei Hartford Grünstein auf dem Sandsteine, welcher bis auf 4 Fuss verändert erscheint; die rothe Farbe geht in grau und weiss über, das Gestein wird fest, hart und verliert seine Schichtung; in 2 F. Abstand entwickelt es kleine Blasenräume, die immer grösser und zahlreicher werden, bis endlich beide Gesteine fast ohne eine unterscheidbare Gränze mit einander verschmolzen sind. Aehnliche Erscheinungen sind mehrorts sowohl in Massachusetts als in Connecticut zu beobachten; am Holyoke sind die Blasenräume des Sandsteins z. Th. mit Kalkspath erfüllt, und am Titans-Pier ist der Sandstein sogar unvollkommen säulenförmig abgesondert.

---

* Die angeblichen Umwandlungen des Thonschiefers in wahren Kieselschiefer, und der Grauwacke in Quarzit würden auch nicht als blose Wirkungen des Contactes mit Grünsteinen zu begreifen sein; vergl. Band I, S. 581 und 774.

Ob die in den Grünsteinbreccien so häufig vorkommenden und schon mehrfach erwähnten basaltjaspisähnlichen Fragmente auch als metamorphosirte, und insbesondere als durch hohe Temperatur veränderte Gesteine zu betrachten sind, darüber müssen noch weitere Untersuchungen entscheiden. Anstehend sind allerdings dergleichen Gesteine bis jetzt noch aus keiner Grünsteinregion erwähnt worden, obwohl ihre Fragmente nicht nur in den Grünsteinbreccien des Voigtlandes und Oberfrankens, von wo sie Freiesleben und Hoffmann beschrieben, sondern auch in den Grünsteinen von Nassau und Devonshire bekannt sind.

Noch mag zum Schlusse eines der seltenen Fälle gedacht werden, da auch Kalkstein durch Grünstein verändert worden ist. Die Diabasmasse von Abausen bei Weilburg, welche die dortigen Cypridinenschiefer durchschneidet, hat diese dunkelfarbigen, bituminösen und festen Kalkschiefer in ein weisses, lockerkörniges, bei der Verwitterung fast zerreibliches, zuckerähnliches Gestein umgewandelt, welches keine Spur von organischer Materie enthält. Sandberger, a. a. O. S. 7.

Sechster Abschnitt.

Ophiolith-Formationen.

§. 339. *Einleitung.*

Schon die nahe geognostische Verwandtschaft, in welcher die Grünsteine zu dem Serpentine und Gabbro stehen, dürfte es rechtfertigen, dass wir die Betrachtung dieser Gesteine unmittelbar auf die der Grünsteine folgen lassen. Aber auch ihre Alters-Verhältnisse scheinen ihnen diesen Platz anzuweisen, weil die Serpentine schon in den ältesten Formationen, wenn auch nicht als eruptive, so doch als solche Bildungen auftreten, welche petrographisch von den jüngeren Serpentinen gar nicht zu unterscheiden sind, und weil es im Allgemeinen zweckmässig befunden werden dürfte, diejenigen eruptiven Bildungen zuerst abzuhandeln, welche sich gewissermaassen als die Epigonen älterer, unter ganz anderen Verhältnissen entstandener, aber petrographisch gleichartiger Bildungen zu erkennen geben.

Da es oft mit Schwierigkeiten verbunden sein kann, ein bestimmtes Urtheil darüber zu fällen, ob eine Serpentin-Ablagerung primitiv oder eruptiv ist, so dürften manche der in diesem Abschnitte vorkommenden Angaben vielleicht auf primitive Serpentine zu beziehen sein, deren Verhältnisse bereits oben (S. 82 und 130) zur Erwähnung gebracht worden sind. Diess mag auch einige Wiederholungen entschuldigen, welche aus demselben Grunde nicht immer ganz zu vermeiden waren*.

Nach dem Vorgange Alexander Brongniart's vereinigen wir unter dem Namen Ophiolithformation mehre eruptive Gesteinsbildungen, welche, obwohl von wesentlich verschiedenem petrographischen Charakter, dennoch in dem häufigen Zusammenvorkommen ihrer Massen eine so gesetzmässige Ver-

*) Zu den primitiven, oder doch wenigstens nicht eruptiven Serpentinen gehören auch die meisten Serpentine der Alpen, welche mit grünen Schiefern, oder mit Glimmerschiefer, Talkschiefer und Chloritschiefer sehr innig verbunden sind. Sie werden gewöhnlich als metamorphische Gesteine betrachtet. Studer, Lehrb. der phys. Geogr. II, S. 161

knüpfung und eine so innige geognostische Verwandtschaft beurkunden, dass ihre gemeinschaftliche Betrachtung in aller Hinsicht zweckmässig erscheinen dürfte, und dass eine Trennung derselben nur vom petrographischen Standpuncte aus gerechtfertigt werden könnte.

Als die wesentlichen und vorwaltenden Gesteine der Ophiolithformation sind Serpentin, Gabbro und Hypersthenit zu betrachten; als untergeordnete und zum Theil nur selten vorkommende Gesteine schliessen sich besonders dem Serpentine der Eklogit, der sogenannte *Gabbro rosso*, Grünsteine, Variolite und mancherlei quarzige Gesteine an.

Den Namen Ophiolithformation bildete Brongniart nach dem schon von Dioscorides und Plinius gebrauchten Worte *Ophites*, mit welchem die Alten den Serpentin bezeichneten, weil gerade dieses Gestein eines der wichtigsten und besonders charakteristischen Glieder der Formation ist*).

A. Serpentin und seine Begleiter.

§. 340. *Petrographische Verhältnisse des Serpentins.*

Der im ersten Bande S. 569 f. gegebenen petrographischen Beschreibung haben wir noch Folgendes hinzuzufügen.

Die gewöhnlich herrschende schwärzlichgrüne, lauchgrüne und olivengrüne Farbe geht bisweilen in pistazgrün, ölgrün, zeisiggrün, schwefelgelb, gelblichbraun, leberbraun, röthlichbraun bis blutroth über; oft kommen zwei oder mehre Farben zugleich in punctirter, gefleckter, gewolkter, geflammter, geaderter oder netzförmiger Farbenzeichnung vor.

Nach Delesse soll die geaderte und netzförmige Farbenzeichnung bisweilen eine gewisse Gesetzmässigkeit in Bezug auf die Art der mit einander verbundenen Farben erkennen lassen; auch hat er gezeigt, dass sehr verschieden gefärbte Varietäten fast genau dieselbe qualitative und quantitative Zusammensetzung haben, weshalb ihre verschiedenen Farben wohl nur in verschiedenen Oxydations- und Verbindungszuständen des Eisens begründet sein dürften. *Ann. des mines, t. XXIII*, 1850, *p.* 337 u. 342.

An der Oberfläche erleidet der Serpentin in Folge der Verwitterung entweder eine Bleichung, oder auch eine Röthung und Bräunung; doch dringt diese Veränderung gar nicht tief ein, wie denn der Serpentin überhaupt der Verwitterung nur wenig unterworfen ist, und auch wegen seiner Zähigkeit den mechanischen Angriffen der Gewässer mehr zu widerstehen scheint, als man bei seiner Weichheit glauben sollte.

Obgleich übrigens der Serpentin im reinsten Zustande zweidrittelkieselsaure Magnesia mit 13 p. C. Wasser ist, so wird doch, theils durch die beständige Vertretung eines Antheils Magnesia durch Eisenoxydul, theils durch die mehr oder weniger reichliche Beimengung von accessorischen Gemengtheilen für das Gestein überhaupt der Wassergehalt etwas herabgezogen, so dass gewöhnlich nur 9 bis 11 Procent Wasser vorhanden sind. Auch hat man in manchen Serpentinen Spuren von Bitumen und Kohlensäure erkannt.

---

* Brongniart, die Gebirgsformationen der Erdrinde, übersetzt von Kleinschrod, 1830, S. 348. Den Hypersthenit, welcher allerdings etwas isolirt dasteht, schalten wir nur deshalb hier ein, weil er wohl keinem Gesteine näher verwandt ist, als dem Gabbro.

Ueber einige der a. a. O. genannten accessorischen Bestandtheile ist noch Folgendes zu bemerken. Der Glimmer findet sich nicht nur in einzelnen Schuppen, zumal auf den Absonderungsflächen des Gesteins, sondern auch bisweilen, wie z. B. bei Zöblitz in Sachsen, in strahlig-blätterigen bis erbsengrossen Kugeln, welche auf der verwitterten Oberfläche des Gesteins wie Pocken hervorstehen. Granat kommt sehr häufig vor, in hirsekorn- bis haselnussgrossen rundlichen Körnern von rother oder brauner, bisweilen auch von grüner Farbe. Nach Delesse ist es wesentlich ein Talkthongranat, mit 22 p. C. Magnesia und dem auffallend niedrigen Gewichte 3,15. Nicht selten umschliessen diese Granatkörner Chromeisenerz, Pyrit, grünen Diallag oder Chlorit, welcher letztere auch zuweilen eine Kruste um sie bildet, wie sie denn mitunter gänzlich in Chlorit umgewandelt sind; (Vogesen und Greifendorf in Sachsen). Magneteisenerz findet sich häufig, bisweilen so reichlich, dass das Gestein sehr lebhaft auf die Magnetnadel wirkt, und in anstehenden Felsen, ja selbst in Handstücken polar magnetisch ist; (Heideberg im Fichtelgebirge, Serpentin von Anninsky am Ural). Gold kommt nach G. Rose im Serpentin von Kyschtimsk am Ural vor; auch soll es nach Diday in den Serpentinen nördlich von Genua, am Abhange der Bochetta, zwar sparsam, aber doch hinreichend gefunden worden sein, um eine Goldgewinnung zu begründen.

Ausser denen im ersten Bande S. 570 genannten Mineralien kommen auch noch folgende als accessorische Bestandmassen vor: edler Serpentin, sehr häufig, Talk, Hydrotalkit bei Snarum in Norwegen, Nemalit und Brucit, selten, Dermatin bei Waldheim, Pyknotrop ebendaselbst, Hornblende und Strahlstein, Gurhofian, Faserkalk, Seifenstein und Glanzeisenerz. Der Asbest der Serpentine ist wohl in allen Fällen Chrysotil, welcher oft förmliche Netzwerke bildet, und am schönsten auf Staten-Island in Nordamerika vorgekommen sein dürfte, wo die Fäden 12 bis 15 Zoll lang, und weich wie Menschenhaare sind, so dass für die Bekleidung der Feuermannschaft Zeuge daraus gewebt werden konnten. Der Magnesit tritt als kieseliger Magnesit bei Castellamonte und Baldissero in Piemont in zahlreichen Trümern auf, welche ebenfalls zu förmlichen Netzwerken verbunden sind. Der Seifenstein (*soapstone*) bildet bei Mullion und Kynance in Cornwall Gänge, welche bis mehre Fuss mächtig sind, meist unmittelbar an Granitgängen hinlaufen, und sich häufig, wie diese, nach oben auskeilen; v. Dechen in Karstens Archiv, Bd. 17. Der Gurhofian, welcher bei Gurhof, Els und Karlstätten in Oesterreich vorkommt, überzieht nach v. Holger die Kluftflächen des Serpentins auf ganz ähnliche Weise, wie diess so häufig mit dem Pikrolith der Fall ist*).

Unter den nutzbaren Mineralien, welche sich hier und da in grösseren Quantitäten vorfinden, sind, ausser dem Magnesit und dem Seifenstein, welcher letztere in Cornwall zur Porcellanfabrication benutzt wird, besonders einige metallische Mineralien, namentlich gediegen Kupfer, Kupferkies, Magneteisenerz, Chromeisenerz und Platin zu erwähnen.

Das gediegene Kupfer findet sich z. B. im Serpentindistricte Cornwalls in Trümern und Nestern, welche letztere bisweilen an 100 Pfund, ja nach Hawkins bis mehre Tonnen Gewicht hatten; auch in Nordamerika sind ähnliche Vorkommnisse bekannt. Der Kupferkies ist im Monte Ramazzo bei Genua so häufig, dass er eine Vitriol- und Bittersalzfabrik unterhält, auch stehen die Kupfererze (Kupfer-

---

*) Optische Untersuchungen über die Structur des Serpentins, Chrysotils und einiger verwandter Mineralien theilt Websky mit in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. X. S. 277 ff.

kies, Buntkupferkies und Kupferglanz) von Monte Catini in Toskana nach Fr. Hoffmann, Burat und Hamilton mit dem dortigen Serpentine in der genauesten Verbindung, und der mächtige Kupferkiesstock von Arghaneh-Maden am Tigris liegt nach Warington Smyth entweder innerhalb, oder an der Gränze des dortigen Serpentins. Das Arseneisen und der Magnetkies, welche dem Serpentine von Reichenstein eingesprengt und etwas goldhaltig sind, begründeten den dasigen Bergbau. Rotheisenerz bildet nach Mather Lager im Serpentine auf Staten-Island, und Hoffmann, Burat u. A. sind der Ansicht, dass sogar die mächtigen Eisenerzstöcke auf Elba mit dem dortigen Serpentine in naher Beziehung stehen. Magneteisenerz bildet zumal in den Alpen und in Nordamerika Stöcke und grosse Nester im Serpentin. Chromeisenerz kommt auf ähnliche Weise, oder auch in Trümern und Lagen bei Kraubat in Steiermark, auf den Inseln Unst und Fetlar, in Kleinasien, bei Baltimore und an vielen andern Orten in Nordamerika vor. Dass endlich das Uralische Platin und wohl auch manche seiner Begleiter ursprünglich in Serpentin eingewachsen waren, dafür sprechen nicht nur die oben (S. 131) erwähnten Thatsachen, sondern auch der Umstand, dass die dortigen platinführenden Sandlager und Alluvialmassen vorherrschend aus zerstörtem Serpentin bestehen.

Die Gesteinsformen des Serpentins sind nicht sehr manchfaltig. Häufig erscheint er abgesondert in ebenflächige Platten, von einem Zoll bis mehre Fuss Stärke, welche theils regellos gruppirt, theils aber mit solcher Stetigkeit und Regelmässigkeit geordnet sind, dass man ein geschichtetes Gestein zu sehen glaubt.

Diese Platten sind gewöhnlich durch viele transversale Klüfte sehr zerstückelt, fast immer aber auf ihren Begränzungsflächen mit Chlorit, oft auch noch mit Glimmer bedeckt; ja der Chlorit bildet zuweilen zolldicke und noch dickere Zwischenlagen, so dass Chlorit- und Serpentinlagen mit einander abwechseln.

Nächst den plattenförmigen Gestalten sind besonders unregelmässig polyëdrische Absonderungsformen, und linsenförmige oder krummflächig schalige, in scharfe Kanten auslaufende, nach allen Richtungen in einander gefügte, man möchte sagen gepresste und gequetschte Formen nicht selten, deren Begränzungsflächen als striemige oder spiegelglatte Rutschflächen erscheinen, auch häufig mit Pikrolith, Talk und Chlorit, bisweilen auch mit Gurhofian überzogen sind.

Sehr selten sind säulenähnliche, noch seltener kugelige Gesteinsformen. Fiedler berichtet, dass der Serpentin bei Karysto, an der südöstlichen Spitze von Euböa, kugelig abgesondert ist; die meist 3 Zoll grossen Kugeln sind in unzähliger Menge aus dem Gesteine herausgewachsen. Reise nach Griechenland, I, 432.

Der Serpentin wird zwar gewöhnlich als ein durchaus ungeschichtetes und massiges Gestein betrachtet, indem selbst bei plattenförmiger Absonderung die Plattensysteme gewöhnlich nach so verschiedenen Richtungen gestellt sind, dass man die Erscheinung nicht wohl mit wirklicher Schichtung verwechseln kann. Wenn jedoch diese Absonderung mit grosser Regelmässigkeit und Stetigkeit nach derselben Richtung ausgebildet ist, so lässt sich dieselbe kaum von einer wirklichen Schichtung unterscheiden, zumal wenn die Platten den Schichten der angränzenden Gesteine parallel liegen.

So ist z. B. der Serpentin bei Taura, unweit Burgstätt in Sachsen, höchst regelmässig in verticale, durchaus nach derselben Richtung streichende, und den Schichten des einschliessenden Granulites parallele Platten getheilt, und De-la-Beche hebt es hervor, dass die Haupt-Absonderungsklüfte des Serpentines im Lizarddistricte in Cornwall einander alle parallel, in der Richtung von NNW. nach SSO. durch das Gebirge hindurchsetzen. Fallou und Müller wollen die angebliche Schichtung gewisser Serpentine nur als eine plattenförmige oder bankförmige Absonderung betrachtet wissen.

§. 341. *Geotektonische Verhältnisse des Serpentins.*

Der Serpentin ist eine von denjenigen Eruptivbildungen, welche nicht sehr weit ausgedehnte Ablagerungen, sondern mehr beschränktere, aber gewöhnlich in einer und derselben Gegend zahlreich oder doch mehrfach vorhandene Gebirgsglieder zu bilden pflegen; indessen kommen auch hier und da isolirte Ablagerungen von Serpentin vor.

Was nun die Lagerungsformen dieser Gebirgsglieder betrifft, so dürften Stöcke und kurze, aber sehr mächtige Gänge als die gewöhnlicheren zu betrachten sein. Diese Stöcke und Gänge sind häufig als Lagerstöcke und Lagergänge ausgebildet, wie denn die primitiven Serpentine in vollkommenen Lagern zwischen Gneiss, Glimmerschiefer, Chloritschiefer u. a. Gesteinen auftreten; die Stöcke und Gänge der eruptiven Serpentine aber scheinen sich nicht selten nach oben bedeutend zu vermächtigen, auszubreiten, zu kuppenförmigen Gebirgsgliedern aufzuthürmen, und bisweilen über die Ränder der Gangspalte weit übergreifend auszudehnen; ja einige Serpentin-Ablagerungen dürften sogar als deckenförmige Gebirgsglieder zu betrachten sein. Wo mehre Serpentinstöcke in einer und derselben Gegend vorkommen, da lassen sie gewöhnlich eine reihenförmige Anordnung nach bestimmten Richtungen erkennen.

Einige Beispiele von grösstentheils unzweifelhaften Gängen sind folgende. Bei Tirschheim und Hohenstein in Sachsen setzt ein $^3/_4$ Meilen langer, sehr mächtiger Serpentingang im Glimmerschiefer auf. Lyell beobachtete bei Balloch in Forfarshire einen über 300 F. mächtigen, stellenweise in zwei Trümer getheilten Serpentingang im *Old red sandstone*, durch welchen sich derselbe mehr oder weniger unterbrochen über 14 Engl. Meilen weit verfolgen lässt; auch Macculloch führt mehre Beispiele von gangartigen Gebirgsgliedern des Serpentines an. Murchison und Sedgwick erwähnen das Vorkommen zweier sehr deutlicher Serpentingänge im Kalkstein von Kirchbückl in Steiermark, und Marzari Pencati beschrieb zuerst das gangartige Auftreten des Serpentins im Marmor bei Predazzo in Tyrol, welches noch gegenwärtig in seltener Schönheit und Deutlichkeit zu beobachten ist. Bei Newport im Staate Rhode-Island scheint nach Hitchcock ein Serpentingang im Kieselschiefer aufzusetzen. Hamilton gedenkt eines sehr ausgezeichneten schmalen Serpentinganges, welcher bei Monte Catini in Toskana von dem Gipfel eines unterirdischen Serpentinkegels aus 66 Meter weit durch den Gabbro rosso bis zu Tage aussetzt. *Quarterly Journal of the geol. soc. I,* 1845, *p.* 292. Boué erwähnt einen gangartigen Serpentinstock im Uebergangskalksteine von Willendorf bei Granbach in Oesterreich; derselbe ist unten 60, oben 40 Fuss mächtig, und endigt zuletzt mitten im Kalksteine; auch soll nach Boué bei Arenzano, unweit Savona, ein wirk

licher Serpentingang im Talkschiefer aufsetzen; derselbe Geolog ist der Meinung, dass der Serpentin des Monte Ramazzo bei Genua einem, mehre Stunden weit fortsetzenden Gange angehöre, und dass der Serpentin und Gabbro bei Cravignola unweit Borghetto einen nach oben übergreifenden Gang in Gesteinen der Jura- oder Macignoformation bilde; auch erwähnt er Gangstöcke von Serpentin im Sandsteine von Waidhofen in Oesterreich. — Kudernatsch bemerkt, dass bei der Sagradia im Banate der Serpentin als Gang inmitten der Schichten der Steinkohlenformation aufsetzt, während dasselbe Gestein am südlichen Ende der Bergwiese Gosna über, und anderwärts unter dieser Formation liegt. Sitzungsber. der Wiener Akad. B. 23, 1857, S. 79.

De-la-Beche hält den über einen Raum von 30 Engl. Quadratmeilen ausgedehnten Serpentin des Lizarddistrictes in Cornwall für eine, in einer bassinförmigen Vertiefung des Schiefergebirges ergossene und ausgebreitete Decke; in der That soll nach Hawkins nichts auffallender sein, als die weite Ausdehnung des von ihm gebildeten fast horizontalen Tafellandes. Auf ähnliche Weise möchten einige der ziemlich weit und horizontal verbreiteten Serpentin-Ablagerungen Schlesiens zu beurtheilen sein. Bei Davos in Graubündten soll sich nach Studer der Serpentin stromartig über den älteren Gesteinen ausbreiten.

Der Serpentin bildet gewöhnlich isolirte, über seine nächsten Umgebungen mehr oder weniger hervorragende Berge, Hügel, Rücken und Kämme von meist abgerundeten Formen. Doch kann er auch in hohen Alpenregionen und an der Meeresküste in schroffen und scharf ausgezackten Felsen auftreten; wie solches z. B. nach Leopold v. Buch im oberen Engadin das steile, vom Cimult über das Dorf Mühlen nach dem Schamser Thale herablaufende Gebirgsjoch, und nach Rogers der Clickertor in Cornwall beweisen. Wo der Serpentin über grössere Flächen ausgebreitet ist, da bildet er auch wohl flaches oder sanfthügeliges Land, von horizontaler oder nur wenig undulirter Oberfläche; so z. B. im Lizarddistricte, in Schlesien bei Priesnitz, Riegersdorf, Frankenberg und Wartha.

Die Oberfläche der Serpentinberge ist meist durch Trockenheit und Unfruchtbarkeit ausgezeichnet; auch scheinen einige Pflanzenspecies mit besonderer Auswahl den Serpentinboden aufzusuchen; wie z. B. *Erica vagans* in Cornwall lediglich im Serpentindistricte, aber daselbst in grosser Menge wachsen soll. Von Waldbäumen ist es bei uns besonders die Kiefer (*pinus sylvestris*), welche häufig auf Serpentinbergen getroffen wird, ohne dort gerade sehr zu prosperiren.

Das, wenn auch seltene, so doch ganz unzweifelhafte Auftreten des Serpentins in mächtigen Gängen, welche die Schichten sedimentärer Formationen durchschneiden, und das häufige kuppenförmige Vorkommen desselben lassen schon auf seine eruptive Bildungsweise schliessen; ja, man kann wohl behaupten, die Gänge beweisen solche unwiderleglich. Rechnet man nun dazu die mineralische Natur des Gesteins, den absoluten Mangel an organischen Ueberresten, den Umstand, dass noch niemals Schichten, Concretionen oder Secretionen von Serpentin in wirklich sedimentären Formationen gefunden worden sind, und berücksichtigt man die auffallenden Störungen, welche einige Stöcke und Gänge von Serpentin auf die angränzenden Schichten ausgeübt haben, so wird man wenigstens für die Mehrzahl der Serpentine eine ursprünglich eruptive Entstehung zugeben müssen, trotz dem, dass die in den primitiven Formationen auftretenden Serpentine als gleichzeitige, und ihrer

Bildungsweise nach eben so räthselhafte Gebirgsglieder zu betrachten sind, wie die sie einschliessenden Formationen.

Eine gleichzeitige Entstehung nimmt Scipion Gras auch für die in den Französischen Alpen, im Gebiete der dasigen Anthracitformation, auftretenden Serpentine an; sie bilden weder Gänge, noch übergreifend ausgebreitete Massen, lassen nirgends Beweise eines gewaltsamen Durchbruchs, oft aber Spuren von Schichtung und Uebergänge in die Schiefer wahrnehmen. Dagegen hält Fallou die im Gebiete der Sächsischen Granulitformation auftretenden Serpentine, trotz dem, dass sie dem Granulite in der Regel gleichförmig eingelagert sind, für selbständige, d. h. mit dem Granulite nicht völlig gleichzeitige Eruptionsgebilde. Mittheilungen aus dem Osterlande, V, 1842, S. 235.

Obgleich nun das ursprüngliche Material sehr vieler Serpentine einstmals durch eruptive Thätigkeit aus dem Innern der Erde zu Tage gefördert sein muss, so sind doch Beweise einer gewaltsamen Einwirkung auf das Nebengestein, wie sich solche in Störungen seiner Structur und Lagerung, in Fragmenten und Veränderungen desselben zu erkennen geben würden, verhältnissmässig nicht so gar häufig beobachtet worden. Auch zeigen die angeblichen Veränderungen des Nebengesteins weit mehr den Charakter von hydrochemischen, als von pyrochemischen Einwirkungen. Auffallend bleiben dabei die vielen Rutsch- und Quetschflächen, von welchen manche Serpentinstöcke an ihren Gränzen nach allen Richtungen durchzogen werden.

Der Serpentinstock von la Guepie im Dép. des Tarn hat nach Dufrénoy nicht nur die Schichten des Gneisses, sondern auch die des darüber liegenden Buntsandsteins sehr stark aufgerichtet und dislocirt. *Explic. de la carte géol. de la France, I. p.* 171. Nach Hoffmann sollen die Serpentine auf Elba die angränzenden Gesteinsschichten nicht nur gehoben und auf den Kopf gestellt, sondern auch die thonigen Schiefer in Kieselschiefer, Hornstein und Jaspis umgewandelt haben. Auf diese kieseligen Bildungen in der unmittelbaren Nachbarschaft vieler Serpentine werden wir im nächsten Paragraphen zu sprechen kommen; dass sie nur als hydrochemische Producte gelten können, daran ist wohl nicht zu zweifeln. Der Kalkstein, in welchem der Serpentinstock von Willendorf in Oesterreich aufsetzt, erscheint nach Boué bis auf bedeutenden Abstand mehr oder weniger blasig und mit Rotheisenocker imprägnirt; auch soll dieser Serpentin an seiner Gränze durch Kalksteinfragmente eine breccienartige Beschaffenheit erhalten. Bei Vianino in den Apenninen von Parma kommt ein durch Granitblöcke conglomeratartiger Serpentin vor, welcher sich nach Pareto bis in die Gegend von Bobbio erstreckt. Alexander Brongniart erwähnt eben so von Monte Carelli in den Apenninen eine aus Serpentin und Jaspisfragmenten bestehende Breccie. Im westlichen Theile von Ligurien umschliessen nach Boué manche Serpentin-Ablagerungen zerbrochene und gewundene Partieen von Talkschiefer und Quarzschiefer, oder auch colossale Massen von Kalkstein, welche man nur als gigantische Fragmente betrachten kann, weil ihre Schichten eine ganz andere Lage haben, als die des neben dem Serpentine anstehenden Kalksteins, und weil ihr Gestein körnig und magnesiahaltig ist. *The Edinb new phil. Journ.* 1827, *p.* 267.

Der Serpentin von Waldheim in Sachsen wird nach Fallou von eigenthümlichen Conglomeratgängen durchsetzt, welche, bei 1 bis 6 Fuss Mächtigkeit und bald steiler bald schwebender Lage, aus Chlorit bestehen, in welchem Granulitknollen, sowie Speckstein, Strahlstein und Serpentinflatzschen eingeknätet sind; »dieses Conglomerat scheint durch Losreissung einzelner Granulitschichten entstanden zu sein.

deren Trümmer und Splitter sich in den Serpentin eingedrängt haben«. Die Granulitknollen gehen oft in Pyknotrop über, welchen Fallou als eine Metamorphose des Granulites betrachtet. Karsten's und v. Dechen's Archiv Bd. 16, 1842, S. 155 f. Ganz dieselben Erscheinungen beschreibt Müller von dem Serpentine bei Greifendorf, in welchem er nicht nur Chloritgänge mit Granulitknollen, sondern auch andere mit faust- bis kopfgrossen Granitfragmenten beobachtete, welche gleichfalls mehr oder weniger in Pyknotrop oder Serpentin umgewandelt sind; eben so fand er Chloritgänge, welche Fragmente von Eklogit und Serpentin umschliessen.

Ueber die Eruptions-Epochen der Serpentine sind die Ansichten noch getheilt. »Es würde absurd sein, fünf verschiedene Serpentin-Formationen anzunehmen, weil man seine Massen in eben so vielen verschiedenen Gebirgsformationen aufsetzen sieht,« sagte Boué, und er scheint geneigt, alle Serpentine nur als Producte derjenigen Eruption anzusehen, welche die neuesten Serpentine lieferte. Diese sind aber in Europa z. B. die Serpentine Oberitaliens, in der Gegend von Genua und la Spezia, wo sie nach Boué und Pareto neuer als der Apenninen-Sandstein, ja, nach Elie de Beaumont's Vermuthung, sogar neuer als die dortigen ältesten Tertiärbildungen sein sollen. Denn der Serpentinzug längs dem Thale der Trebbia soll nicht nur den Apenninensandstein, sondern auch stellenweise die Tertiärschichten steil aufgerichtet und dislocirt haben. Auf der andern Seite aber giebt es wenigstens mittelbar-eruptive Serpentine, wie z. B. jene der Sächsischen Granulitformation, deren Material gewiss gleichzeitig mit jenem des Granulites geliefert wurde, wenn es auch vielleicht etwas später zu dem umgebildet worden sein mag, als was es gegenwärtig erscheint. Andere Serpentine setzen in verhältnissmässig sehr alten Formationen unter solchen Verhältnissen auf, oder werden von anderen Gesteinen dergestalt gangförmig durchschnitten, dass man sie kaum erst in der Tertiärzeit hervorgebrochen denken kann. Wir werden also Serpentinformationen aus sehr verschiedenen Perioden anzunehmen haben, ohne vor der Hand weder die Anzahl derselben, noch die Eruptions-Epochen einer jeden einzelnen mit Sicherheit angeben zu können.

Der Serpentin im Lizarddistricte Cornwalls ist älter als der dortige Granit, denn in Kynance-Cove und Kennick-Cove wird er von Granitgängen durchsetzt, welche höchst wahrscheinlich von gleichem Alter sind, wie der Cornwaller Granit überhaupt, welcher nach Murchison und De-la-Beche erst nach der Periode der dortigen Steinkohlenformation hervortrat, (S. 253); der Cornwaller Serpentin muss also eine sehr alte Bildung sein. — Dagegen hält es Elie de Beaumont für wahrscheinlich, dass die Serpentine der Vogesen nach der Trias- und vor der Liasformation hervorgebrochen sind; *Explic. de la carte géol. etc. I*, 372. Dieselbe Ansicht macht Fournet für die Serpentine im Departement des Aveyron geltend, welche alle älteren Formationen, einschliesslich der Trias, dislocirt haben sollen, während die Liasformation horizontal darüber liegt. (*Essai sur les filons metallifères du Dép. de l'Aveyron*, 1844, *p.* 15). — Die ältesten Tertiärschichten Liguriens sind nach Pareto reich an Serpentingeschieben, und bestehen in Toscana nach Coquand und Pilla z. Th. aus Serpentinconglomeraten; es muss also dort noch ältere Serpentine geben; auch glauben Pareto, Boué und Brongniart, dass die meisten der dortigen Serpentine nach der Kreideformation und vor den tertiären Bildungen hervorge-

treten sind, wogegen Pareto für die Serpentine auf Corsica gezeigt haben soll, dass sie sowohl die Kreide- wie die Eocänformation durchbrochen haben. Murchison im *Quarterly Journ. of the geol. soc. VI*, 1850, *p.* 381. Nach Savi, Meneghini und Cocchi sind in Toscana zwei verschiedene Serpentinbildungen zu unterscheiden, von denen die eine in die Periode der Macignoformation fällt, die andere, durch ihre Kupfererze ausgezeichnete Bildung aber jünger ist. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 13, *p.* 277 f. — Nach Studer liegen alle Serpentine der Schweiz und Oberitaliens in einem elliptischen Raume, dessen grosse Axe vom Cap Argentaro nach Martigny gerichtet ist, während sein Mittelpunct bei Genua liegt; die grosse Axe ist parallel der Längenaxe Italiens. So wie diese geographische Connexion, so soll auch die völlige Einerleiheit der Gesteine für die Einheit ihrer Ursache und Entstehung sprechen. Durchgängig sind diese Serpentine mit den Schiefern und Kalksteinen des Macigno verbunden, wo sie auch auftreten mögen, und überall erweisen sie sich jünger, als diese Gesteine. *Bull. de la soc. géol. t. XII*, 1841, *p.* 284 f. — Coquand hat endlich aus der Gegend von Silano Beobachtungen mitgetheilt, welche zu beweisen scheinen, dass der dortige Serpentin erst nach der Bildung der miocänen Tertiärbildung hervortrat; *Ibidem* 2 *série I*, *p.* 421 f.

Indem wir, nach dem Vorgange anderer Geologen, den Serpentin in vielen Fällen für eine eruptive Bildung erklären, weil seine geotektonischen Verhältnisse oft gar keine andere Ansicht zulassen, so sind wir doch keinesweges gemeint, zu behaupten, dass dieses Gestein, genau so, wie es gegenwärtig erscheint, auch ursprünglich zur Ablagerung gelangt, und noch viel weniger, dass das Mineral Serpentin als eine pyrogene Bildung zu betrachten sei*). Der Serpentinstock von Snarum (S. 83) und manche andere Serpentine des Ural und Nordamerikas zeigen deutliche und zum Theil colossale Krystalloïde oder Pseudomorphosen nach Olivin, und überhaupt liegen so viele andere Beweise für die öftere metamorphische oder epigenetische Bildung des Serpentins vor, dass sich die Folgerung nicht wohl zurückweisen lässt, es möchte ganze Stöcke und Lager desselben ursprünglich ein anderes Gestein gewesen, und erst im Laufe der Zeiten zu Serpentin umgewandelt worden sein.

Welches Gestein aber den Archetypus solcher metamorphischen Serpentine gebildet haben möge, darüber lassen sich vor der Hand nur Vermuthungen aufstellen. Der Serpentin von Snarum scheint ursprünglich ein sehr grosskörniges Olivingestein gewesen zu sein; andere Serpentine mögen sich aus anderen Gesteinen herausgebildet haben, wie denn namentlich die Grünsteine sehr oft, bisweilen auch Eklogit und Gabbro für den Archetypus des Serpentins erklärt worden sind. Es mögen daher verschiedene Gesteine im Laufe der Zeit einer Serpentinisirung unterworfen gewesen sein. Wenn wir aber den Serpentin gangförmig in Sandsteinen und anderen sedimentären Gesteinen

*) Man kann es nicht oft genug wiederholen, dass die beiden Begriffe eruptiv und pyrogen durchaus nicht identificirt werden dürfen. Die geotektonischen Verhältnisse vieler Gesteine liefern uns oft eben so vollgiltige Beweise für ihre eruptive Bildung, wie die chemischen Eigenschaften derselben als Beweise gegen ihre pyrogene Bildung gelten können. Die ersteren Beweise haben in ihrer Art vollkommen dieselbe Berechtigung, wie die letzteren in ihrer Art, und es würde eine sehr einseitige Behandlung des Gegenstandes sein, wenn man jene überall ignoriren, und nur diese respectiren wollte.

aufsetzen sehen, so erkennen wir diess als einen unwiderleglichen Beweis dafür, dass das ursprüngliche Material dieser Gänge, welches es auch gewesen sein möge, eruptiver Entstehung war.

Ferber erklärte schon 1772 den Serpentin für eine plutonische Bildung. Sein bedeutender Wassergehalt und seine oft so regelmässige Einschichtung zwischen Glimmerschiefer, Talkschiefer und Thonschiefer haben später die Ansicht hervorgerufen, dass er in solchen Fällen ein umgewandeltes Sedimentgestein sei. So sagte Macculloch: *when truly stratified, it must be compared with gneiss as an aquatic stratum, changed by heat; System of Geol. II,* 1831, 202. Hitchcock hielt es für wahrscheinlich, dass diese, den Urschiefern regelmässig eingelagerten Serpentine ein durch Hitze veränderter Talk oder Talkschiefer seien; *Report on the Geol. of Mass.* 1833, 372. Zehn Jahre später erklärte Dana, der Serpentin scheine eine alte Sedimentbildung zu sein, welche durch heisses, mit Kieselerde und Magnesia geschwängertes Wasser metamorphosirt wurde; *The Amer. Journ. of sc. vol.* 45, 1843, *p.* 122. Frapolli aber sprach den Gedanken aus, die Serpentine möchten gleichsam die Dolomite der thonigen Gesteine, oder für diese Gesteine Dasselbe sein, was die metamorphischen Dolomite für die Kalksteine sind. G. Rose ist ebenfalls der Ansicht, dass der Serpentin in allen Fällen kein ursprüngliches, sondern stets ein solches Gestein sei, welches sich erst durch spätere Zersetzungsprocesse aus anderen gebildet habe. (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 3, S. 109). Man vergl. auch G. Bischof Lehrb. der chem. Geol. II, S. 1475 ff. Dagegen erklärt Scheerer den Serpentin für ein ursprüngliches Gebilde. Neues Jahrb. für Min. 1854, S. 451 ff.

§. 342. *Uebergänge und Associationen des Serpentins.*

Was die Beziehungen der eruptiven Serpentine zu anderen Gesteinen betrifft, so sind besonders ihre petrographischen Uebergänge und ihre geognostischen Associationen in Betrachtung zu ziehen. Von den Uebergängen sind wohl die wichtigsten und häufigsten die in Gabbro, Grünstein (Diabas und Amphibolit), Eklogit und Granulit; denn die Uebergänge in Talkschiefer, Chloritschiefer und andere grüne Schiefer dürften wohl nur bei den primitiven Serpentinen vorkommen.

Der Uebergang in Gabbro wird dadurch vermittelt, dass der Serpentin Diallag und Partieen von Saussürit oder Labrador aufnimmt; werden nun diese Gemengtheile vorwaltend bis zur endlichen Verdrängung des Serpentins, so entsteht Gabbro. Dergleichen Uebergänge werden z. B. aus dem Serpentindistricte Cornwalls von Hawkins und Magendie, aus dem Serpentin von Cravignola bei Borghetto von Brongniart angegeben.

Es wird auch häufig von einem anderen Uebergange gesprochen, welcher in der Natur gewiss nicht Statt findet. L. v. Buch wurde nämlich durch die häufige Association von Gabbro und Serpentin veranlasst, in seiner Abhandlung über den Gabbro (1810) den Gedanken zu äussern, dass der Serpentin vielleicht als dichter Gabbro zu betrachten sei, und sich zu diesem Gesteine etwa so verhalte, wie der Aphanit zum Diabas. Dieser Gedanke, welcher, obwohl ihn sein Urheber nur ganz hypothetisch hinstellte, von vielen Geologen sehr kategorisch nachgesprochen worden ist, wird jedoch durch die chemische und mineralische Zusammensetzung beider Gesteine völlig widerlegt.

Der Uebergang aus Serpentin in Grünstein (oder Amphibolit) wird häufig erwähnt, und dürfte entweder auf einer gegenseitigen Vermengung und Durchflechtung beider Gesteine, oder auf einer mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Serpentinisirung des Grünsteins beruhen; im letzteren Falle ist es also gewissermaassen ein pathologischer Uebergang, während ein wirklicher, substantieller Uebergang des frischen und gesunden Grünsteins in Serpentin nicht wohl denkbar ist. Auf ähnliche Weise möchten auch die Uebergänge in Eklogit und Granulit zu beurtheilen sein.

Der Serpentin zeigt auch mancherlei sehr merkwürdige Associationen mit anderen Gesteinen. Besonders häufig finden wir ihn mit Gabbro, Granulit, Grünstein, Variolit und Eklogit, nicht selten auch mit Jaspis, Hornstein und anderen kieseligen Gesteinen, bisweilen mit dem sogenannten Gabbro rosso vergesellschaftet.

Die Association mit Gabbro ist so häufig, dass man wenigstens selten Gabbro beobachten wird, ohne in seiner Nähe Serpentin anzutreffen; oft berühren sie sich unmittelbar, so dass ganze Berge und noch grössere Ablagerungen theils aus Gabbro, theils aus Serpentin bestehen, und dass nothwendig ein verborgener Causalzusammenhang diese fast beständige Coëxistenz beider Gesteine bedingen muss.

Die Association mit Granulit ist eigentlich mehr so aufzufassen, dass der Serpentin zu den gewöhnlichsten untergeordneten Bildungen im Gebiete der Granulit-Ablagerungen gehört.

Die Sächsische Granulitformation ist ausgezeichnet durch die grosse Menge von Serpentinstöcken, welche sie umschliesst; (S. 181.) Eben so ist der Granulit der Vogesen als die eigentliche Heimat der meisten dortigen Serpentine zu betrachten; dasselbe gilt von dem Granulite bei Göttweih in Oesterreich, bei Namiest in Mähren, und von anderen Ablagerungen dieses Gesteins.

Seltener als mit Gabbro, aber doch noch häufig genug ist der Serpentin mit Grünstein, und namentlich mit pyroxenischem, bisweilen wohl auch mit amphibolischem Grünstein, oder auch mit Amphibolit vergesellschaftet.

Im Ural scheint dieses Zusammenvorkommen beider Gesteine nach Kupffer und G. Rose sehr allgemein und in grosser Ausdehnung Statt zu finden. Auch wird von einigen Serpentingängen angegeben, dass sie in ihrer Fortsetzung in Grünstein verlaufen. Der Serpentin des Lizarddistrictes in Cornwall ist oft mit dem dasigen Hornblendschiefer und Grünsteine sehr innig verknüpft, und soll, nach Sedgwick und Rogers, zwischen Porthalla und Pentire-Point mit Grünstein mehrfach in 2 bis 6 Zoll dicken Lagen abwechseln. Die Augitporphyre des Voigtlandes und Oberfrankens lassen in ihrer Grundmasse oft eine grosse Aehnlichkeit mit Serpentin erkennen.

Gewisse Varietäten des Variolites lassen eine innige Verknüpfung mit der Ophiolithformation erkennen, indem sie fast immer in der unmittelbaren Umgebung von Serpentin oder Gabbro auftreten, und namentlich mit dem letzteren durch Uebergänge verbunden sein sollen.

Ueber die mineralische und chemische Zusammensetzung dieser Variolite sind wir durch Delesse belehrt worden. Die kugeligen Concretionen derselben sind

verschiedentlich grün, nach innen oft violett gefärbt, meist einige Millimeter bis 1 Centimeter, selten bis 5 Centimeter gross, mit der umgebenden Gesteinsmasse innig verwachsen und verflösst, gewöhnlich radial faserig zusammengesetzt, haben das G. = 2,923, und scheinen vorwaltend aus demselben Feldspath zu bestehen, welcher als Gemengtheil des Gabbro auftritt. *Ann. des mines, t. XVII*, 1850, *p.* 116 f. — Die nahe Verwandtschaft dieser Variolite mit dem Gabbro ist wohl von Al. Brongniart schon im Jahre 1821 angedeutet worden, indem er eine besondere Varietät dieses Gesteins von Pietra-Mala unter dem Namen *Euphotide variolitique* aufführte; Boué aber machte im Jahre 1827 aufmerksam darauf, dass die Variolite gewöhnlich grössere Serpentinmassen begränzen. Andere Beobachtungen von Cordier, Scipion Gras und Elie de Beaumont haben diese Beziehungen bestätigt, und zugleich auf die Ansicht geführt, dass diese Variolite als dichte Varietäten des Gabbro zu betrachten seien.

Kleine Ablagerungen von Eklogit finden sich gar nicht selten in der unmittelbaren Nachbarschaft, ja zuweilen im Contacte und sogar mitten innerhalb des Serpentins. Müller hat die bestimmtesten Uebergänge zwischen beiden Gesteinen beobachtet, und gründet darauf die Ansicht, dass der Greifendorfer Serpentin in Sachsen ein metamorphosirter Eklogit sei.

Die Association des Serpentins mit Jaspis, Hornstein und eisenschüssigen Quarzgesteinen ist zwar nicht gerade sehr häufig, aber um so merkwürdiger, weil sie zwischen zwei Gesteinen von so heterogener Natur Statt findet; sie erinnert an das gleichfalls häufige Zusammen-Vorkommen des Grünsteins mit Kieselschiefer und Lydit.

Leopold v. Buch machte schon im Jahre 1797 auf das Vorkommen eines von funkelnden Quarzkrystallen durchdrusten bräunlichrothen Jaspis und grauen Hornsteins neben dem Serpentine des Lehrberges bei Hausdorf in Schlesien aufmerksam: Vers. einer min. Beschr. von Landeck, S. 18. Später wurde durch Al. Brongniart die merkwürdige Verknüpfung von Serpentin und Gabbro mit deutlich geschichtetem, aber ausserordentlich zerklüftetem Jaspis in Ligurien*) hervorgehoben, und für ein so gesetzmässiges Verhältniss gehalten, dass er den Jaspis als ein wesentliches Glied der Ophiolithformation einführen zu müssen glaubte; *Ann. des mines, t. VI*, 1821, *p.* 179 f. Dagegen wurden später von Pareto und Boué diese Jaspisgebilde für veränderte Sandsteine und Schieferthone der Macignoformation erklärt, welche Ansicht sehr allgemeinen Eingang fand, und noch gegenwärtig von vielen ausgezeichneten Geologen festgehalten wird. Dass auch die Serpentine auf der Insel Elba und in Griechenland mit Jaspis und Hornstein vergesellschaftet sind, haben die Beobachtungen von Fr. Hoffmann und Krantz sowie von Virlet und Boblaye gelehrt, und Boué erkannte in der Türkei an sehr vielen Puncten dieselben Verhältnisse; *Esquisse géol. de la Turquie d'Europe*, 1840, *p.* 121 ff. — Kupffer berichtete 1829, dass der Serpentin des Berges Uschkul bei Anninsky am Ural von grauem splittrigem Hornsteine überragt werde, und Boué gibt an, dass man auch in Oesterreich, bei Waidhofen und Ipsitz, Jaspis in der Nähe des Serpentins antrifft, sowie nach v. Holger bei Felling, in der Gegend von Krems, der Serpentin von verschiedentlich gefärbten Hornsteinen begleitet wird. — Delanoue giebt die Notiz, dass bei Fressengeas unweit Nontron (Dordogne) aus dem Gneisse Serpentin hervortritt, welcher von einem völlig ungeschichteten, buntfarbigen, aus Jaspis und Hornstein gebildeten Gesteine bedeckt wird.

---

*) Ein paar berühmte Puncte des Vorkommens dieses Jaspis sind Giarreto bei Pontremoli und Barga bei Lucca, woher zu vielen Ornamenten das Material bezogen worden ist.

Rechnet man nun hierzu die merkwürdigen Erscheinungen, welche in Sachsen bei Hohenstein, an dem Südrande des Granulitgebirges vorliegen, wo der mächtige Tirschheimer Serpentingang fast ununterbrochen von eisenschüssigem Quarzbrockenfels begleitet wird, und das Vorkommen bei Obergruna unweit Freiberg, wo gleichfalls unmittelbar an den Serpentin eine Ablagerung ähnlicher Gesteine angränzt, so möchte man wohl in dieser nicht seltenen Association des Serpentins mit kieseligen Gesteinen einen gewissen Causalzusammenhang anerkennen. Wie aber dieser Causalzusammenhang eigentlich zu denken ist, dafür giebt uns vielleicht das äusserst interessante Vorkommen einen Fingerzeig, welches Hamilton von Monte Rufoli in Toscana beschreibt. Der Serpentin ist dort sehr verbreitet, und sehr reich an Chalcedon und Achat, welche gewonnen und in Florenz verarbeitet werden. Diese kieseligen Mineralien bilden theils kleine unregelmässige Adern, theils grössere Gänge, welche wie Mauern ein paar Fuss hoch über den Serpentin herausragen, aber nicht tief hinabreichen; andere Massen sind auf der Oberfläche des Serpentins ausgebreitet, und überlagern ihn gerade so, als ob sie oberflächliche Ausbreitungen der mächtigeren Gänge wären; sie zeigen eine grosse Manchfaltigkeit von cavernosem, nierförmigem, verschiedentlich gefärbtem Chalcedon, Karneol, Achat und Opal. Hamilton erklärt diese Bildung, gewiss sehr richtig, als das Product heisser Quellen, welche durch den Serpentin hervorbrachen. *Quart. Journ. of the geol. soc. I*, 1845, *p.* 293. Wenn wir auch vielleicht über die geschichteten Jaspise Oberitaliens die Vermuthung nicht zurückweisen können, dass sie von den Serpentinen ganz unabhängige, kieselschieferähnliche Sedimentschichten sind, so müssen wir doch für die übrigen Vorkommnisse unsere schon früher ausgesprochene Ansicht wiederholen: »dass die Serpentin-Eruptionen wahrscheinlich in vielen Fällen den Weg für kieselreiche Mineralquellen geöffnet haben, durch welche diese kieseligen Gesteine theils ursprünglich, theils aus der Umbildung anderer Gesteine entstanden sein mögen.« Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, V, 1845, S. 72 Anm.

Noch haben wir des zuerst von Targioni-Tozzetti aufgeführten Gabbro rosso, als eines in Oberitalien und auf Elba gar nicht seltenen Begleiters der Serpentine zu gedenken, über dessen eigentliche Natur die Ansichten noch getheilt sind. Fr. Hoffmann beschrieb ihn von Monte Catini als einen dunkelrothen, groberdigen und rauhen, harten Thonstein; von Rio auf Elba als einen röthlich und grün gefleckten Thonstein mit unvollkommen kugeliger Absonderung; und von Porto Lungone ebendaselbst als ein dichtes, aussen schmutzig ockerrothes, innen schwärzlichgrünes Gestein voll kleiner heller Flecke, welches weiterhin in schmutzig braunen, grüngefleckten Thonstein voll grüner Körner und Blättchen übergeht.

Die wichtigste Gegend seines Vorkommens ist nach Hamilton das bereits genannte Monte Catini, und die Bergkette, welche sich von dort nach Castellina zieht. Der Gabbro rosso hat zwar viele Eigenschaften eines eruptiven Gesteins, soll sich aber nach Savi und Hamilton bei genauerer Untersuchung als eine metamorphische Bildung erweisen; auch Cocchi hält ihn für ein, durch die Einwirkungen des Serpentins entstandenes Umwandlungsproduct des Macigno. Er ist röthlichbraun, entweder weich und thonsteinähnlich, oder hart und kieselig, und besteht aus grossen, 2—3 Fuss im Durchmesser haltenden, unregelmässigen concentrisch schaligen Sphäroiden, welche anfangs sehr hart sind, an der Luft aber zerbrechlich werden, und dabei eine nierförmige oder warzige Oberfläche entwickeln; die Zwischenräume dieser Sphäroide werden von rothem, grünem und weissem Thon erfüllt, während ausserdem das ganze Gestein von Kalkspathadern durchschwärmt wird.

Diese merkwürdige Felsart erscheint immer im Contacte und in der nächsten Umgebung des Serpentins; bei M. Catini bedeckt und umgiebt sie eine Serpentinkuppe, von welcher aus ein Gang durch sie aufsteigt; an der Gränze beider Gesteine, theils im Gabbro rosso, theils und noch öfter im Serpentine kommen die dortigen Kupfererze in Trümern und Nieren vor.

Murchison giebt eine ganz ähnliche petrographische Beschreibung des Gabbro rosso, hebt die meist sehr ausgezeichnete variolitische Structur (als Ursache der knotigen Oberfläche der Kugelschalen) hervor, und theilt einige Lagerungsverhältnisse aus der Gegend von Civita-Castellina mit, aus welchen er folgert, dass das Gestein keine metamorphische, sondern eine eruptive Bildung sei, wie diess schon früher von Pilla behauptet wurde. *Quart. Journ. VI,* 1850, *p.* 374 ff. Nach meinen eigenen Beobachtungen auf Elba und bei Monte Catini muss ich mich dieser Ansicht unbedingt anschliessen; ich kann den Gabbro rosso nur für eine eruptive, vielleicht dem Melaphyr einigermaassen verwandte Bildung erklären. Mitten in seinem Gebiete ragt in Monte Catini eine andere eruptive Gesteinsart auf, welche in grosse Prismen abgesondert ist, wesentlich aus Sanidin und sehr vielem braunem Glimmer besteht, und gewissen sehr glimmerreichen Trachyten am nächsten stehen dürfte.

B. Gabbro und Hypersthenit.

§. 343. *Gabbro oder Euphotid.*

Die petrographischen Verhältnisse des Gabbro sind bereits im ersten Bande S. 574 f. geschildert worden, wesbalb wir es hier nur noch mit seinen geotektonischen Verhältnissen zu thun haben.

Nur in Betreff des feldspathigen Gemengtheils ist noch eine Bemerkung nachzuholen. Th. Saussüre und Boulanger fanden im Saussürit nur 44 p. C. Kieselsäure, was, dafern diess Mineral wirklich ein Feldspath wäre, auf Anorthit verweisen würde. Dagegen fand Delesse in dem krystallinischen und spaltbaren Feldspathe aus dem Gabbro vom Mont-Genèvre und von Odern beziehentlich 49,7 und 55 p. C. Kieselsäure, was sich mehr dem Labrador nähert. Es scheint daher, dass die Feldspathe des Gabbro in ihrer chemischen Zusammensetzung zwischen dem Anorthit und Labrador schwanken. Eine auffallende Erscheinung bleibt das hohe specifische Gewicht des Saussürit, welches nach Saussüre 3,318 — 3,389 betragen soll, auch noch neuerdings von Sterry Hunt zu 3,36 bestimmt worden ist, und an Zoisit oder Granat erinnert; merkwürdig ist auch der von Delesse in dem Gabbro-Feldspathe nachgewiesene, und auf 2,5 p. C. veranschlagte Wassergehalt, sowie der geringe Gehalt von Carbonaten, welche vorwaltend aus kohlensaurem Eisenoxydul bestehen, und in Folge der Zersetzung gebildet sein dürften. *Bull. de la soc. géol. 2. série, t. VI, p.* 547, und *Ann. des mines, t. XVI,* 1849, *p.* 323 f. Sterry Hunt ist der Ansicht, dass der wahre Gabbro aus Saussürit und Diallag bestehe, und von den aus Labrador und Diallag bestehenden Gesteinen zu trennen sei. *The Amer. Journ. of sc.* [2], *vol.* 25, *p.* 437. Eine Analyse des Gabbro von der Harzburg gab Keibel in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 9, S. 572. Ueber die Gabbro-Varietäten in Nassau belehrt uns Carl Koch in seiner oben erwähnten Abhandlung, S. 121 ff.

Der Gabbro ist nicht gänzlich entblöst von Erzlagerstätten. In den französischen Alpen soll er Magneteisenerzstöcke enthalten, und bei Dobschau in Ungarn finden sich nach Beudant sehr reiche Stöcke und Nester von Kupfer-

Erzen, von Kobalt- und Nickel-Erzen. Auch soll nach Hawkins der alte berühmte Kupferbergbau auf der Insel Cypern im Gabbro betrieben worden sein.

Durch die Verwitterung geht er bisweilen in eine weiche, geschmeidige Masse über, welche als Walkerde benutzt werden kann; Rosswein in Sachsen, Riegersdorf in Schlesien. Die schöneren Varietäten liefern ein zu architektonischen Ornamenten vorzüglich geeignetes Material, und der Verde di Corsica ist den Archäologen und Künstlern in dieser Hinsicht bekannt. Auch liefert der Gabbro wegen seiner Zähigkeit und Härte einen trefflichen Pflasterstein, und ein grosser Theil von Wien ist mit Gabbro gepflastert, welcher von Langenlois bei Krems zugeführt wird. Am Monte Ferrato bei Prato werden auch Mühlsteine aus Gabbro gehauen.

Der Gabbro bildet mächtige Stöcke und unbestimmt-massige Gebirgsglieder, welche oft in schroffen steilen Bergen, z. Th. in nackten Felsmassen aufragen, nach unten aber mit gangartigen Gebirgsgliedern zusammenhängen dürften. Diese Stöcke sind da, wo ihrer mehre beisammen vorkommen, theils reihenförmig gruppirt, theils sporadisch vertheilt. Grössere und weit ausgedehnte Ablagerungen, nach Art der Granite oder Basalte, hat man bis jetzt am Gabbro noch nicht kennen gelernt. Deutliche Gänge sind ebenfalls nicht häufig beobachtet worden; doch werden dergleichen sehr bestimmt aus Cornwall erwähnt. Auch Fragmente anderer Gesteine kommen bisweilen vor.

So setzen z. B. in Coverack-Cove, nach Rogers, ausgezeichnete Gabbrogänge im Serpentin auf, was De-la-Beche bestätigt, indem er noch andere dergleichen Gänge von Careglooz und Landewednak erwähnt, welche durch den Hornblendschiefer in den darüber liegenden Serpentin hinaufsetzen. Hieraus folgt zugleich, dass der dortige Gabbro etwas jünger sein müsse, als der Serpentin. — Boue nimmt an, dass mehre, langgestreckte und mit Serpentin verbundene Gabbromassen Liguriens, wie z. B. jene von Cravignola, als mächtige Gänge im Apenninensandstein gedeutet werden müssen. Ob der von Nöggerath in der Grauwacke bei Ehrenbreitstein beobachtete Gabbrogang wirklich aus Gabbro, und nicht vielmehr aus Diabas besteht, diess dürfte wohl noch durch eine genaue petrographische Untersuchung zu entscheiden sein. Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 16, 1842. S. 363. — Junghuhn erwähnt mehre Gabbrogänge, welche bei Tjibulakan auf der Insel Java in der Tertiärformation aufsetzen; Java, III, S. 243. Nach Bianconi umschliessen der Gabbro und der Serpentin der Apenninen bisweilen Fragmente des Fucoidenkalksteins, wie z. B. am Monte Gagio; auch sollen die Fucoidensandsteine im Contacte mit diesen Gesteinen in Thermantid (oder Porcellanit) umgewandelt sein, wie zu Montebeni bei Pietra-Mala. Haidinger, Berichte über die Mittheilungen etc. B. VII, 1851, S. 160.

Der Gabbro zeigt fast keine andere, besonders auffällige geognostische Association, als diejenige mit Serpentin; diese scheint aber so wesentlich zu sein, dass man selten Gabbro ohne Serpentin beobachten wird; desungeachtet aber möchten beide Gesteine nicht immer für völlig gleichzeitige Bildungen zu halten sein. Dass auch in manchen Gegenden, wie z. B. im Dauphiné und in Savoyen, mit dem Gabbro eigenthümliche Variolite verbunden sind, welche als dichte Varietäten desselben betrachtet werden, diess ist bereits oben S. 439 erwähnt worden.

Die Eruptions-Epochen des Gabbro, deren wohl, eben so wie für den

Serpentin, verschiedene anzunehmen sein dürften, mögen nicht gerade genau mit denen des Serpentins zusammenfallen, sondern denselben entweder unmittelbar vorausgegangen oder gefolgt sein. Bei Pietra-Mala liegt der Serpentin in horizontaler Ausbreitung über einer, gleichfalls horizontal ausgedehnten Gabbromasse, hier scheint also der Gabbro dem Serpentine vorausgegangen zu sein. Dagegen ist es für den Cornwaller Gabbro erwiesen, dass er auf den Serpentin gefolgt ist. Auch möchte ein ähnliches Verhältniss in Schlesien und Ungarn anzunehmen sein, wo der Gabbro in hohen steilen Bergen über den in der Tiefe liegenden Serpentin aufzuragen pflegt.

Meneghini und Cocchi halten den Gabbro des M. Ferrato bei Prato, jenen von der Impruneta bei Florenz, von Monte Vaso u. a. O. für eine jüngere Bildung als den Serpentin, in welchem sie auftreten; die Eruption des Gabbro-Materials habe auf denselben Wegen, aber später Statt gefunden, als jene des Serpentins; *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 13, *p.* 268. Dass übrigens das Alter des Gabbro verschieden sei, dass sich also seine Eruptionen zu verschiedenen Zeiten wiederholt haben müssen, diess ergiebt sich daraus, dass z. B. der Gabbro des Harzes nach Germar und Hausmann von Granitgängen durchsetzt wird, und folglich älter ist, als der dortige Granit*), während der Gabbro Oberitaliens erst nach der Periode der Kreideformation hervorgetreten sein kann. Dagegen ist der Gabbro auf den Shetlandsinseln nach Macculloch sehr innig mit Gneiss, Glimmerschiefer und anderen Gesteinen der primitiven Formation verbunden, was auch mit dem flasrigen und schiefrigen Gabbro bei Siebenlehn in Sachsen der Fall sein dürfte.

§. 344. *Hypersthenit.*

Wegen der petrographischen Verhältnisse dieses Gesteins verweisen wir auf Dasjenige, was im ersten Bande S. 576 mitgetheilt worden ist.

Von untergeordneten Erzlagerstätten und sonstigen Mineralbildungen ist zu erwähnen, dass die weitausgedehnte Hypersthenit-Ablagerung, welche im Staate New-York fast die ganze Grafschaft Essex bildet, sehr reich an Magneteisenerzstöcken ist, von denen Emmons vermuthet, dass sie die grössten Lagerstätten dieses Erzes im Gebiete der vereinigten Staaten sein dürften. Auch finden sich dort untergeordnete Massen von Kalkstein.

In Moriah breitet sich ein solcher Stock von Magneteisenerz über einen Flächenraum von 30 bis 40 Ackern aus, und von Schroon aus lässt sich ein Lager 10 Engl. Meilen weit verfolgen; übrigens hält Emmons diese Lagerstätten (und gewiss mit Recht) für gleichzeitige Bildungen mit dem Hypersthenit, da das Erz bald in förmliche Stöcke zusammengehalten, bald im Gesteine zerstreut ist, in welchem es auch ausserdem häufig als accessorischer Gemengtheil vorkommt. Der Kalkstein soll stets in Gängen (*veins*) vorkommen; er ist grobkörnig, enthält Wollastonit, Amphibol, Pyroxen, Vesuvian, Apatit und andere Mineralien, und wird von Emmons für eine eruptive Bildung gehalten.

Auch in der Laurentinischen Kette in Canada ist nach Hunt der Hypersthenit sehr verbreitet; sein Feldspath hält 59 bis 60 Procent Kieselerde und steht dem

*) Dagegen jünger, als die dortige Uebergangsformation, da der Gabbro am Radauberge Fragmente eines quarzitähnlichen Sandsteins mit Petrefacten umschliesst. Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges, S. 85.

Andesin am nächsten, zeigt aber bisweilen Farbenwandlung wie der Labrador. Er ist meist sehr vorwaltend, so dass der Hypersthen nur 2 bis 5 Procent des ganzen Gesteins ausmacht. In der Bay St. Paul kommen Stöcke von Titaneisenerz vor. *The London, Edinb. and Dublin Philos. Mag.* [4], *vol.* 9, 1855, *p.* 354 ff. — Ueber die Hypersthenite Nassaus gab Koch interessante Mittheilungen, a. a. O. S. 130 ff.

Der Hypersthenit widersteht der Verwitterung ausserordentlich hartnäckig, weshalb er in grösseren Ablagerungen schroffe, nackte Felsen und imposante Berge mit zackigen Gipfeln bildet, an deren Fusse gewaltige Trümmerhalden aufgeschüttet sind, so dass das Ganze eine furchtbar wilde und öde Scenerie darbietet, deren Eindruck noch durch das dunkle Colorit des Gesteins erhöht wird; (Cuchullin und Blaven auf Skye). Der Hypersthen selbst verwittert weit weniger als der Labrador; daher erscheint die Oberfläche der Felsen durch die hervorragenden Hypersthenkörner so knotig und höckerig, dass man selbst auf sehr steilen Abhängen sicher Fuss fassen und gehen kann.

Der Hypersthenit bildet theils mächtige Stöcke und kuppenartig aufsteigende Ablagerungen, theils ausgezeichnete und unzweifelhafte Gänge, theils wohl auch deckenartige Gebirgsglieder, wie z. B. im Staate New-York, wo er sich über einen Raum ausdehnt, dessen Länge von Port Kent bis Minerva reicht, während seine Breite mindestens 30 Engl. Meilen beträgt. An der eruptiven Natur des Gesteins kann sonach gar nicht gezweifelt werden, wie denn schon seine mineralische Zusammensetzung und der fast beständige Mangel an Schichtung jeden Gedanken an eine andere Entstehungsart zurückweisen.

Die Gänge sind besonders in Nassau, am Harze und auf der Insel Skye beobachtet worden, auf welcher letzteren sie in grosser Anzahl und in unmittelbarem Zusammenhange mit mächtigen Kuppen und Decken des Gesteins vorkommen. Wo nur dort der Hypersthenit an andere Gesteine, z. B. an Syenit oder Lias, angränzt, da geht seine grobkörnige Textur in feinkörnige und dichte Textur über; daher werden auch die Gänge meistentheils nur von feinkörnigen und dichten Varietäten gebildet. Interessante Lagerungs-Verhältnisse des Hypersthenites in Nassau beschreiben die Gebrüder Sandberger in ihrem Werke: Die Verst. des rhein. Schichtensystems, S. 523 und 525.

Wesentliche Associationen des Hypersthenits mit anderen Gesteinen sind wohl noch nicht nachgewiesen worden; doch scheint er in sehr nahen Beziehungen zu Gabbro und Serpentin zu stehen. So erwähnt Lyell, dass der grosse Serpentingang, welcher in Forfarshire den *Old red sandstone* durchsetzt, stellenweise einzelne Massen von Hypersthenit umschliesst, welcher dem von der Insel Skye ganz ähnlich ist. Ein Gegenstück hierzu liefert das Vorkommen bei Old-Radnor in England, wo nach Murchison ausgezeichneter Hypersthenit den Wenlockkalkstein durchbrochen hat, und im Contacte von Serpentinstreifen begleitet wird. *The Silurian System, p.* 320.

Die Eruptions-Epochen des Hypersthenites scheinen nicht überall in dieselbe Zeit gefallen zu sein; doch ist bis jetzt wohl nur die Epoche desjenigen von der Insel Skye mit einiger Sicherheit zu bestimmen. Dort setzen nämlich die Gänge des Hypersthenites durch die Schichten der Liasformation, welche auch von den ausgedehnteren Bergmassen desselben Gesteins überlagert wird.

Sonach ist auf Skye der Hypersthenit unzweifelhaft jünger als der Lias, und erst nach demselben hervorgebrochen; (v. Dechen und v. Oeynhausen in Karstens Archiv, I, S. 45). Ausserdem liegt er dort häufig auf Syenit und röthlichgelbem Porphyr; im Glen Sligachan ist nach Forbes diese Auflagerung auf meilenweite Distanzen sehr schön zu beobachten.

Andere Beziehungen sind in folgenden Erscheinungen gegeben. Am Loch Skavig und am Craigh-Dhu setzen nach v. Dechen und v. Oeynhausen viele Grünsteingänge*), sowie am Blaven eben dergleichen nebst Mandelsteingängen im Hypersthenite auf. Am Cuchullin beobachteten Macculloch und v. Dechen sehr scharf abschneidende Gänge eines blaulichgrauen, dichten oder erdigen Felsites, welche oft Fragmente von Hypersthenit umschliessen. Endlich giebt Boué kleine Gänge von Schriftgranit in demselben Gesteine an. — Der Hypersthenit von Penig in Sachsen, welcher daselbst einen Lagerstock im Granulite bildet, gehört einer weit älteren Periode an, als jener der Insel Skye. Der Hypersthenit der Höhnberge am Thüringer Walde dürfte nach Credner zwischen der carbonischen und permischen Formation gebildet worden sein. Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 275. Der Hypersthenit Nassaus, welcher den dortigen Gabbro gangartig durchsetzt, ist nach Koch entschieden jünger, als die ältere Steinkohlenformation; Koch in der cit. Abhandl. S. 134.

Siebenter Abschnitt.

Steinkohlen-Formation.

§. 345. *Einleitung; Unterscheidung der paralischen und limnischen Ausbildungsform.*

Die sowohl in technischer und nationalökonomischer, als auch in theoretischer und wissenschaftlicher Hinsicht so wichtige und interessante Steinkohlenformation wird im Allgemeinen durch ihre Lagerung, wie durch ihre organischen Ueberreste als die vierte der paläozoischen Formationen charakterisirt. Denn, wo die Reihenfolge dieser Formationen vollständig vorliegt, da erscheint sie über der devonischen und unter der permischen Formation, während ihre Fauna und Flora noch einen ganz entschiedenen paläozoischen Typus erkennen lassen, welcher gewissermaassen vermittelnd zwischen jenem der devonischen und der permischen Formation hervortritt.

Ihre Namen Steinkohlenformation (Schwarzkohlenformation), oder carbonische Formation (*formation houillère, carboniferous system*) verdankt sie dem gesetzmässigen und daher fast niemals fehlenden Vorkommen von Steinkohlenflötzen, welche bisweilen über so grosse Flächenräume ausgedehnt sind, und in so vielfacher Wiederholung über einander liegen, dass man wohl zu der Folgerung berechtigt ist, es habe zu keiner Zeit auf unserem Planeten eine gleich üppige Vegetation bestanden, als während der Bildungsperiode

* Nach v. Dechen mögen wohl viele dieser Grünsteine nur Gänge von dichtem Hypersthenit sein, gerade so, wie feinkörnige Granitgänge im grobkörnigen Granit aufsetzen.

dieser Formation. Wie viele Myriaden von Jahren aber diese Periode gewährt haben mag, diess lässt sich ungefähr ermessen, wenn wir bedenken welche Zeit ein nur mässiges Torflager zu seiner vollständigen Entwickelung bedarf, und welche bedeutende Ablagerung von Pflanzen zur Bildung eines einzigen, mehre Fuss mächtigen Kohlenflötzes erforderlich gewesen sein muss, während doch in manchen Kohlenbassins mehr als hundert dergleichen, durch Sandstein und Schieferthon abgesonderte Flötze über einander nachgewiesen worden sind.

Die vierte paläozoische Periode muss daher eine lange Reihe von Jahrtausenden gedauert, und ihre Vegetation muss in manchen Gegenden diesen ganzen Zeitraum hindurch mit mehr oder weniger Unterbrechung fortgewuchert haben, während sie in anderen Gegenden nur dann und wann die zu ihrem Gedeihen erforderlichen Bedingungen vorgefunden zu haben scheint. — Wie aber niemals und nirgends gewaltsame Sprünge in dem Entwickelungsgange der Natur anzunehmen sind, so lässt sich wohl auch voraussetzen, dass jene Verhältnisse, Zustände und Bedingungen, deren Resultate wir in der Steinkohlenformation niedergelegt finden, nicht plötzlich eingetreten oder verschwunden seien. Vielmehr findet ein Anschliessen der Steinkohlenformation einerseits an die devonische, anderseits an die permische Formation Statt, und wir begegnen daher sowohl in manchen jüngeren Ablagerungen der devonischen, als auch in manchen älteren Ablagerungen der permischen Periode solchen Bildungen, welche eine grosse allgemeine Aehnlichkeit mit den Bildungen der eigentlichen carbonischen Periode verrathen, von denen sie sich nur durch ihre Lagerung und durch den speciellen Charakter ihrer Fossilien unterscheiden lassen. — Wo also eine ununterbrochene und ungestörte Entwickelung der Steinkohlenformation aus und über der devonischen Formation Statt gefunden hat, wie in Westphalen, Belgien und in vielen Gegenden Englands, da wird es bisweilen schwierig sein, eine scharfe Gränze zwischen beiden Formationen zu ziehen, während solches dort immer möglich ist, wo der Entwickelungsgang der Natur unterbrochen wurde, indem nach der Bildung der devonischen Formation eine längere Pause eintrat, während welcher sie Aufrichtungen und Dislocationen erlitt, bis endlich der Absatz neuer Schichten erfolgte, welche dann schon entschieden das Gepräge der carbonischen Periode an sich tragen.

Bevor wir zur besonderen Betrachtung der Steinkohlenformation verschreiten, müssen wir eine merkwürdige allgemeine Verschiedenheit ihrer Ausbildungsweise hervorheben, durch welche für ihre verschiedenen Ablagerungen hinsichtlich der Ausdehnung, Zusammensetzung und Gliederung mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten herbeigeführt worden sind. Für viele, und, man kann wohl sagen, für die ausgedehntesten und mächtigsten Ablagerungen der Steinkohlenformation hat wenigstens die anfängliche Ausbildung auf flachem Meeresgrunde, längs der Küsten ehemaliger Continente und Inseln Statt gefunden, weshalb sie, namentlich in ihren unteren Etagen gewisse Gesteinsschichten und eine Menge von organischen Ueberresten umschliessen, welche dieser marinen Bildungsweise entsprechen. Andere und gewöhnlich beschränktere Ablagerungen sind dagegen in Landseen oder in Süsswasserbassins zur Ausbildung gelangt, und lassen daher keine Spur von marinen Fossilien, oder von sonstigen Beweisen einer Mitwirkung des Meeres erkennen. Obgleich nun auch jene ersteren Ablagerungen in ihren obe-

ren Etagen gewöhnlich keine Zeichen einer submarinen Bildung an sich tragen, vielmehr dort den Ablagerungen der zweiten Art ganz ähnlich zu sein pflegen, so begründet doch diese Verschiedenheit des Mediums, innerhalb dessen ihre Bildung eröffnet, wenn auch nicht immer vollendet wurde, theilweise eine so grosse petrographische und paläontologische Verschiedenheit, dass wir in der ganzen Ausbildungsweise der Steinkohlenformation einen zweifachen Typus anerkennen müssen. Wir unterscheiden daher die marine oder paralische, und die limnische Ausbildungsweise derselben.

Elie de Beaumont hebt diesen Unterschied hervor in der *Explication de la carte géol. de la France, I, p.* 506; es seien, sagt er, zwei verschiedene Formen zu unterscheiden, von denen die eine, beschränkte, in abgeschlossenen Bassins, die andere, sehr ausgedehnte, an Meeresküsten gebildet wurde; jene habe daher einen mediterranen oder lacustren, diese einen pelagischen Charakter. Dasselbe Verhältniss wurde in dem Rapport über Burat's *Description du bassin houiller de Saône et Loire* in der Weise geltend gemacht, dass man ein *terrain houiller de haute mer, et des lacs* unterscheiden müsse. *Comptes rendus, t.* 15, 1842, *p.* 206.

So liefern z. B. die Kohlenreviere Englands, Irlands, Belgiens, Westphalens, Russlands und Nordamerikas ausgezeichnete Beispiele des marinen oder paralischen Bildungstypus, wogegen die zahlreichen Steinkohlenbassins des inneren Frankreich und jene von Sachsen und Böhmen als limnische oder mediterrane Bildungen charakterisirt sind. Weil sich jedoch diese Verschiedenheit gewöhnlich nur in den unteren Etagen des ganzen Schichtensystems zu erkennen giebt, wo sie besonders durch das Dasein oder den Mangel des Kohlenkalksteins und anderer, mit marinen Fossilien erfüllter Schichten ausgedrückt ist, während die beiderlei Bildungen ausserdem eine grosse allgemeine Aehnlichkeit zeigen, so werden wir auch beide Typen zunächst gemeinschaftlich betrachten, dann aber gehörigen Ortes die obwaltenden Verschiedenheiten hervorheben.

Da die paralischen Territorien der Steinkohlenformation gewöhnlich erst in den oberen Etagen, in denen der Charakter einer marinen Bildung erloschen ist, mit zahlreichen und bauwürdigen Kohlenflötzen versehen sind, während die unteren, besonders durch den Kohlenkalkstein charakterisirten Etagen nur wenige und meist unbauwürdige Flötze zu beherbergen pflegen; da diese beiden Abtheilungen, gleichwie durch die Armuth oder den Reichthum an Kohlenflötzen, so auch durch verschiedene organische Ueberreste und durch ihre sehr bestimmte Lagerungsfolge charakterisirt werden, so hat man sie auch als zwei successive Ausbildungsformen der Steinkohlenformation, oder als ältere und jüngere Steinkohlenformation unterschieden.

Diese Unterscheidung hat in der neueren Zeit eine immer grössere Bedeutung gewonnen, weil sich herausstellte, dass es sehr mächtige Schichtensysteme giebt, welche, auch ohne den eigentlichen Kohlenkalkstein zu enthalten, dennoch nach ihrer bathrologischen Stellung und nach ihren organischen Ueberresten als Aequivalente der anderwärts durch den Kohlenkalkstein charakterisirten unteren Abtheilung der Kohlenformation betrachtet werden müssen. Im dritten Capitel werden wir daher diese Unterscheidung der älteren und jüngeren Steinkohlenformation ausführlicher in Betrachtung ziehen.

Erstes Capitel.

Gesteine der Steinkohlenformation.

§. 346. *Allgemeine Uebersicht.*

Als die wichtigsten Gesteine der carbonischen Formation sind unstreitig Sandstein und Schieferthon zu betrachten, welche das bei weitem vorwaltende Material der meisten Steinkohlen-Territorien ausmachen. Nächst ihnen spielen Conglomerate und Grauwacken, sowie im Gebiete der paralischen Bildungen, Kohlenkalkstein und Dolomit eine sehr wichtige Rolle. Thonschiefer, Kieselschiefer, Quarzit und Hornstein sind nur hier und da, und zwar die beiden ersteren besonders in den tiefsten Etagen gewisser hierher gehöriger Schichtensysteme nachgewiesen worden. Zu den mehr untergeordneten Materialien gehören zuvörderst die Steinkohlen selbst, welche, wie mächtig und zahlreich auch ihre Flötze sein mögen, doch im Allgemeinen nur einen geringen Bruchtheil des ganzen durch sie charakterisirten Schichtensystems ausmachen.

Noch untergeordneter und zum Theil nur als singuläre, in einzelnen Gegenden nachgewiesene Vorkommnisse erscheinen Brandschiefer, Alaunschiefer, Thonstein, Limnocalcit oder Süsswasserkalkstein, Gyps, Rotheisenerz und Brauneisenerz. Dagegen sind thoniger Sphärosiderit und Eisenkies als ein paar ziemlich allgemein vorhandene, wenn auch meist nur sehr untergeordnete Materialien zu erwähnen. Steinsalz möchte zwar in mehren Steinkohlenrevieren als eine untergeordnete Bildung vorauszusetzen sein, ist aber bis jetzt wohl kaum leibhaftig, sondern nur durch Soolquellen nachgewiesen worden. Die Kohlenbrandgesteine endlich, zu welchen besonders die gebrannten, gefritteten und verschlackten Schieferthone gehören, sind nur als eigenthümliche metamorphische Varietäten gewisser Sedimentgesteine zu betrachten, welche der Einwirkung brennender Kohlenflötze ausgesetzt waren.

Ausser den vorgenannten, durchaus sedimentären Materialien finden sich in mehren Territorien der carbonischen Formation auch noch plutonische oder eruptive Gesteine, welche den betreffenden Schichtensystemen in der Form von Gängen, Lagern oder mächtigen deckenförmigen Ablagerungen eingeschaltet sind, und in gegenwärtigem Abschnitte nur eine beiläufige Erwähnung finden können, da sie ganz anderen Formationen angehören, welche theils während, theils nach der Bildung der Steinkohlenformation in das Gebiet derselben eingegriffen haben.

§. 347. *Conglomerate, Grauwacken, Sandsteine, Quarzit, Hornstein und Kieselschiefer.*

Conglomerate sind eine in vielen Territorien der Steinkohlenformation vorkommende Erscheinung, scheinen jedoch weit häufiger und mächtiger in

den limnischen, als in den paralischen Bildungen aufzutreten. In manchen limnischen Kohlenbassins ist die ganze Formation mit bedeutenden Ablagerungen sehr grossstückiger, bald monogener, bald polygener Conglomerate oder Breccien eröffnet worden, deren Fragmente und Geschiebe gewöhnlich nicht sehr weit zugeführt sind, sondern von den nahe dabei anstehenden älteren Formationen abstammen. Diese groben klastischen Gesteine, welche als eigentliche Grundconglomerate die tiefste Etage jener Bassins constituiren, sind meist sehr mächtig, oft recht undeutlich geschichtet, umschliessen, mit Ausnahme von seltenen Stammtheilen grösserer Pflanzen, gar keine organischen Ueberreste enthalten in der Regel noch keine Kohlenflötze, und gehen durch fortwährende Verfeinerung ihrer klastischen Elemente in groben Sandstein über, mit welchem sie auch, zumal in ihren oberen Theilen, nicht selten wechsellagernd verbunden sind.

Die Geschiebe oder Gerölle derselben erscheinen mitunter zerbrochen, mit gegenseitig verschobenen, aber wiederum fest verkitteten Bruchstücken; in seltenen Fällen sind sie mit einem drusigen Ueberzuge von Quarz versehen, während die Quarzgerölle selbst bisweilen auf der Oberfläche wie geätzt und angefressen erscheinen.

In den paralischen Steinkohlenbassins gehören die Conglomerate zu den minder häufigen Erscheinungen, und, wenn sie vorkommen, so sind es meist kleinstückige, und vorwaltend aus stark abgerundeten Geröllen von Quarz, Kieselschiefer, Lydit und anderen kieseligen Gesteinen bestehende Varietäten, also eigentliche Kieselconglomerate mit nuss-bis eigrossen Geröllen; (Westphalen, Belgien, Millstonegrit in England, an Donetz in Russland, Pennsylvanien, Maryland). Indessen giebt es auch manche limnische Kohlenbassins, in welchen die Conglomerate nur sehr untergeordnet gefunden, oder auch fast gänzlich vermisst werden; (Döhlener Kohlenbassin bei Dresden). Als eine seltnere Erscheinung ist es gleichfalls zu betrachten, wenn eine mächtige Conglomeratbildung nicht als die unterste, sondern als die mittlere Etage eines Kohlenbassins auftritt; (Flöha in Sachsen, Frankreich, Pennsylvanien). Ja, in dem Kohlenbassin von Pilsen in Böhmen wird nach v. Lidl nur die oberste Etage von Conglomerat gebildet*).

Für das Vorkommen von Grundconglomeraten mögen folgende Beispiele erwähnt werden. In Niederschlesien sind es oft mächtige Conglomerat-Ablagerungen, welche die tiefste Etage der dortigen Kohlenformation bilden, und die bekannten Conglomerate von Fürstenstein unweit Salzbrunn liefern ein ausgezeichnetes Beispiel von sehr groben klastischen Gesteinen an der Basis der ganzen Formation. Bei Oslawan in Mähren wird nach v. Hauer und Hörnes die ganze auf Gneiss rubende Steinkohlenformation mit einer 300 F. mächtigen Conglomeratbildung eröffnet. In vielen Steinkohlenbassins Frankreichs gehört diess zu den gewöhnlichen Erscheinungen, zum Beweise, dass die ganze Formation unter sehr gewaltsamen diluvialen Wirkungen begonnen hat; denn die Conglomerate sind bisweilen gigantisch grobstückig, wie am Aveyron, bei Sainte-Etienne und bei Epinac, an wel-

*) Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, 1856, S. 259.

chem letzteren Orte ein Schacht mehre Meter tief durch ein einziges colossales Geschiebe abgeteuft werden musste. Aehnliche grobe Conglomerate finden sich in dem Bassin von Ségure, und in anderen Gegenden; überall aber stammen ihre Geschiebe meistentheils aus der unmittelbaren Nachbarschaft. Diess ist besonders auffallend bei dem Grundconglomerate des Bassins von Sainte-Etienne und Rive-de-Gier; am ganzen Südostrande desselben, wo die Steinkohlenformation von Glimmerschiefer begränzt wird, besteht auch das Conglomerat vorwaltend aus Fragmenten dieses Gesteins; am Westrande, wo sie auf Granit ruht, da findet sich wesentlich Granitconglomerat; am Nordrande endlich, wo Granit, Gneiss und Glimmerschiefer zugleich auftreten, da werden die sehr groben Conglomerate von Bruchstücken dieser drei Gesteine gebildet. Im Bassin von Decazeville (Aveyron) kommen z. Th. sehr grobe Granitconglomerate vor, welche zwischen Montbazens und Aubin aus lauter scharfkantigen, grossen Granitblöcken, mit äusserst wenig Bindemittel bestehen, so dass das Gestein fast nur wie ein zerklüfteter Granit erscheint; über diesem Conglomerate folgt zunächst ein, aus weissen, nuss- bis eigrossen Quarzgeröllen bestehendes Kieselconglomerat. Ueberdiess zeigt dieses Bassin die nicht so gar häufige Erscheinung, dass mitten in dem kohlenführenden Schichtensysteme, zwischen dem tiefsten Flötze und dem darüber folgenden Hauptflötze, nochmals eine 45 F. mächtige Ablagerung von Quarzconglomerat eingeschaltet ist. Auch bei Epinac liegen über den kohlenführenden Schichten, und sehr nahe über dem obersten Kohlenflötze grobe, polygene Conglomerate, welche von mächtigen Sandsteinmassen bedeckt werden; in dem Kohlenbassin von Alais aber wird bei Palmesalade und Bessège das ganze kohlenführende Schichtensystem durch zwei, 30—40 Meter mächtige Conglomerat-Einlagerungen in drei Etagen abgesondert.

Noch auffallender ist diess in dem kleinen Kohlenbassin bei Flöha in Sachsen, dessen unterste Etage von Sandstein gebildet wird, auf welchen eine an 200 F. mächtige Etage eines äusserst groben Gneissconglomerats folgt, welches wiederum von einer Porphyrdecke überlagert wird, bis endlich eine obere Sandstein-Etage die ganze Bildung beschliesst. (Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft II, 375 Dieses Conglomerat umschliesst im Struthwalde nicht selten Geschiebe, welche mit schönen Quarzkrystallen überdrust sind. Aehnliche mit krystallinischem Ueberzuge versehene Geschiebe kommen nach v. Dechen im Saarbrücker Kohlengebirge vor. — Geätzte Quarzgerölle finden sich oft im sogenannten Millstonegrit, einer z. Th. conglomeratähnlichen Sandsteinbildung der englischen Steinkohlenformation, auch kennt man sie in dem Sandsteine des Kohlenbassins von Alais, und bei la Magdeleine an den Ufern des Lot*).

Grauwacke und Grauwackenschiefer sind ein paar Gesteine, welche sich ganz mit denselben Eigenschaften, wie solche oben (S. 265 f.) bei der Betrachtung der Uebergangsformationen geschildert worden sind, auch in der Steinkohlenformation mancher Länder wiederholen. Namentlich sind es die unteren, kohlenarmen Etagen oder die Gebiete der älteren Steinkohlenformation, welche z. B. in Devonshire und am Harze, in der Gegend von Landeshut und von Glatz in Schlesien, sowie anderwärts durch oft sehr mächtige Ablagerungen dieser beiden Gesteine charakterisirt werden.

---

*) Nach Dufrénoy; *les galets de quartz*, sagt er, *ont un aspect tout particulier, leur surface est miroitante, et comme moirée; on voit evidemment, qu'elle a été altérée par une action chimique quelconque, peutêtre celle du ciment, qui est silicieux. Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 285. Als eine Merkwürdigkeit mag noch erwähnt werden, dass das Grundconglomerat des Kohlenbassins von Alais nach Dumas Goldkörner enthalten soll *Bull. de la soc. géol. 2. série, III, p.* 579.

Daher wurden auch diese Ablagerungen ehemals mit in den Bereich der Uebergangsformationen gezogen; allein die Pflanzenreste, welche in ihnen vorkommen, haben den Beweis geliefert, dass sie mit der Steinkohlenformation verbunden werden müssen. Fast alle die Pflanzenformen, welche Göppert in seiner wichtigen Abhandlung über die fossile Flora des Uebergangsgebirges (1852) beschrieben hat, sind nicht devonische, sondern carbonische Formen, und die Schichten, in welchen sie vorkommen, können daher nicht mehr mit der devonischen Formation vereinigt bleiben.

Die Sandsteine der Steinkohlenformation, welche man wohl auch Kohlensandsteine (*grès houiller*) zu nennen pflegt, treten zwar in sehr verschiedenen Varietäten auf; doch pflegen graue, weisse und gelbliche, mehr oder weniger thonige und glimmerhaltige Quarzsandsteine bei weitem vorzuwalten. Rothe Sandsteine sind wohl in einigen Territorien ziemlich verbreitet, gehören aber doch im Allgemeinen zu den minder häufigen Vorkommnissen. Manche polygene Sandsteine ähneln sehr den körnigen Grauwacken; andere erhalten durch reichlich beigemengte Feldspathkörner eine arkosartige Beschaffenheit; noch andere sind so krystallinisch ausgebildet, dass sie gar nicht mehr als klastische Gesteine betrachtet werden können, und einen Uebergang in Quarzit vermitteln. Die gröberen Varietäten des Kohlensandsteins gehen in feine Breccien und Conglomerate, die feineren und sehr thonigen Varietäten in sandigen Schieferthon über.

In der Regel sind die Kohlensandsteine fest und consistent, zumal wenn sie ein kieseliges Bindemittel haben, daher sie meist sehr brauchbare Bausteine und, bei scharfkörniger und poröser Ausbildung, auch treffliche Mühlsteine liefern; (Millstonegrit Englands). Wie aber schon manche, sehr thonige und glimmerreiche Sandsteine eine weiche und fast zerreibliche Beschaffenheit annehmen, so kommen auch hier und da ganz lockere, ja lose, durchaus incohärente Sandschichten vor. Sind die Glimmerschuppen in grosser Menge vorhanden, so bedingen sie eine ausgezeichnete Parallelstructur, und vermitteln Uebergänge in förmliche Sandsteinschiefer, welche bisweilen eben so an grobsandige Grauwackenschiefer erinnern, wie die körnigen Sandsteine an Grauwacke. Discordante Parallelstructur (I, 448) ist eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung*); dasselbe gilt von den Wellenfurchen auf der Oberfläche der Sandsteinschichten (I, 467), wogegen Thierfährten und Flossenspuren nur selten beobachtet worden sind. Von Pflanzenresten kommen zumal gröbere, stammartige Theile nicht so gar selten vor, doch gewöhnlich nur in Abdrücken und Steinkernen, mit mehr oder weniger deutlicher Kohlenrinde, bisweilen auch verkieselt. Die Sandsteine der

*) Diese discordante Parallelstructur oder diagonale Lamination kommt bisweilen mit merkwürdiger Regelmässigkeit vor. Ein interessantes Beispiel beschrieb Jukes aus der Gegend von Willenhall in Staffordshire, wo in einem Steinbruche auf 150 Fuss Länge über einem horizontalen Steinkohlenflötze eine 15 Fuss mächtige Sandsteinschicht entblöst ist, welche in dieser ganzen Ausdehnung eine unter 25° geneigte Lamination erkennen lässt, *Records of the school of mines, I*, 1853, *p.* 196.

paralischen Steinkohlenformationen umschliessen auch zuweilen Abdrücke und Steinkerne von marinen Conchylien; (Bristol, Irland, Bäreninsel).

Von mineralischen Accessorien sind Eisenkies und Steinkohle ziemlich häufig; Kaolin bildet oft einen bedeutenden Theil des Bindemittels; Glaukonit ist nach v. Newicki im hangenden Zuge des Schlan-Rackonitzer Bassins ein sehr gewöhnlicher Bestandtheil der Sandsteine, welche dadurch oft grünlich gefleckt erscheinen*); zwischen Massul und Asterabad in Persien soll nach Woskoboinikow der Kohlensandstein oft Körner von Magneteisenerz umschliessen; bei Carmeaux in Frankreich finden sich bisweilen Geoden von Baryt, und bei Oberwiesa in Sachsen Trümer und Nester, welche krystallisirten Quarz, Orthoklas und Flussspath führen.

Während röthlichgraue und hellrothe Sandsteine in vielen Kohlenbassins (in Sachsen z. B. bei Zwickau, im Struthwalde, sowie bei Oberwiesa) bekannt sind, so finden sich dagegen durch Eisenoxyd dunkelroth gefärbte Sandsteine im Schlan-Rackonitzer Bassin in Böhmen, in England bei Bristol und im Forest of Dean, in vielen Gegenden von Shropshire, zwischen Monkley uud Alwington, sowie bei Tiverton in Devonshire, in Frankreich am ganzen Südostrande des Bassins von Rive-de-Gier, in Mähren bei Oslawan. Auch in Nordamerika sind im Staate Pennsylvanien die unter dem Anthracite liegenden Sandsteine und Schieferthone roth, während nach Dawson in Neuschottland dasselbe mit den Sandsteinen der oberen Abtheilung der Kohlenformation der Fall ist.

Arkosähnliche Sandsteine kennt man in vielen Kohlenrevieren; eine ausgezeichnete Varietät der Art beschreibt Dufrénoy von la-Magdeleine am Lot; sie besteht aus Feldspath, stark glänzenden Quarzkörnern und Glimmer, und erscheint fast wie ein krystallinisches Gestein. Besonders da, wo die Formation auf Granit liegt, sind ihre tiefsten Sandsteine oft vorwaltend aus den Elementen des zerstörten Granites gebildet; so z. B. bei St. Hippolyte in den Vogesen, wo ein kleines Bassin im Granite liegt, welcher nach oben zu Grus aufgelöst ist, und ohne eine bemerkbare Gränze in den Sandstein übergeht; sogleich mit diesem Granitgruse erscheinen auch schmale Lager von Schieferthon und kleine Kohlenflötze. Auch bei Aubin (Aveyron), bei Autun und Epinac besteht der Kohlensandstein oft nur aus Granitschutt, und in dem Kohlenterritorium am Donetz in Südrussland erscheint der Sandstein längs der Gränze gegen den Granit nicht selten selbst granitähnlich, gewöhnlich aber als ein aus Quarz, Feldspath und Kaolin bestehender Arkos. Im Pilsener Bassin in Böhmen kommen häufig arkosartige Sandsteine vor, deren Feldspath zu Kaolin verwittert und so reichlich vorhanden ist, dass bei Kottiken Porcellanerde gewonnen wird; nach v. Lidl, im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, 1856, S. 259.

Aeusserst krystallinische Sandsteine sind nahe bei Edinburgh, und von mehren Puncten im Gebiete des Millstonegrit Englands bekannt. Reuss erwähnt dergleichen aus dem Rackonitzer Becken in Böhmen. Auch in Ohio, Virginien und den angränzenden Staaten ist es ein weisser, krystallinischer, zuckerartig körniger Sandstein, aus welchem die reichsten der dortigen Soolquellen erlangt worden sind. Sehr lockere Sandsteine dagegen, ja förmliche Schichten von Triebsand finden sich z. B. in Oberschlesien, und bei Jaworzno unweit Krakau, wo nach v. Hauer über dem mächtigen Kohlenflötze ein ungemein weicher Sandstein ansteht, der an der Luft zu feinem Sande zerfällt, welcher die ganze Gegend weit und breit wie

*) Lotos, III, 1857, S. 110.

eine **Wüste bedeckt**; Sitzungsberichte der Kaiserl. Akad. 1850, S. 170. Auch am Waldai in Russland bildet loser, mit Stigmarien erfüllter Sand eine 30 F. mächtige Ablagerung, und in dem grossen Bassin von Moskau treten ebenfalls Schichten auf, welche so lose wie Dünensand sind. Im Kenawha-Thale in Virginien aber liegt nach Hildreth, mitten innerhalb der Steinkohlenformation, eine 150 F. mächtige Etage eines äusserst weichen und fast zerreiblichen Sandsteins, welcher in Folge seiner Weichheit die seltsamsten und abenteuerlichsten Felsformen geliefert hat.

Eigentliche Quarzite sind nur selten beobachtet worden, obgleich die Kohlensandsteine bisweilen eine quarzitähnliche Beschaffenheit annehmen; (Unterste Etage der Kohlenformation in Belgien, Millstonegrit bei Bristol, und zwischen Atherstone und Nuneaton in Warwickshire, Kohlensandstein im nordwestlichen Schottland). Bei Saint-Priest, im Kohlenbassin von Sainte-Etienne, ragt aus dem Kohlensandsteine eine Kuppe von Quarzit hervor, welcher gegen den Sandstein hin in ein graues und schwarzes, poroses Kieselgestein übergeht, auf dessen Cavitäten sich klare Quarzkrystalle und Barytkrystalle vorfinden.

Dieser viel besprochene Hornstein und Quarzit von Saint-Priest ist wohl als das Product einer durch Mineralquellen bewirkten Verkieselung des Sandsteins zu betrachten (I, 775), welcher Ansicht auch Dufrénoy ist, während Andere eine pyrogene Veränderung voraussetzen, und Leymerie sogar eine Schmelzung des Sandsteins durch die Centralhitze, oder auch eine *éruption quartzeuse* vermuthete. — Nach neueren Beobachtungen von Ludwig sollen sogar die Quarzite des Taunus der Steinkohlenformation angehören.

Häufiger treten Hornstein und Kieselschiefer oder Lydit in einzelnen Schichten oder Schichtensystemen auf; namentlich ist der Kieselschiefer, welcher oft als Bandjaspis erscheint, in der unteren, der devonischen Formation unmittelbar aufliegenden Etage mehrer Territorien der Steinkohlenformation bekannt; (Westphalen, Nassau, Belgien, Nordamerika).

So wird in Flintshire der Kohlenkalkstein von einer sehr mächtigen Kieselschiefer-Ablagerung bedeckt, welche daselbst den Millstone oder flötzleeren Sandstein zu vertreten scheint. In Irland wechselt nach Weawer der Kohlenkalkstein häufig mit Lydit und Kieselschiefer; dasselbe ist der Fall mit dem Kohlenkalksteine in Kentucky und in anderen Staaten Nordamerikas. Im Steinkohlengebirge Belgiens gehen nach Omalius d'Halloy die feineren Sandsteine nicht selten in förmlichen Kieselschiefer über, und nach Dumont und v. Dechen wird dort, eben so wie in Westphalen, die unterste Etage der carbonischen Formation vorwaltend mit von Kieselschiefer und Jaspis gebildet, von denen der erstere nicht selten verkieselte Conchylien enthält. Dasselbe Verhältniss wiederholt sich nach Murchison und Sedgwick in Devonshire, wo die Formation mit schwarzen Schiefern beginnt, welche weiter aufwärts von schwarzen, dünnschichtigen, tesseral zerklüfteten, auf den Klüften oft mit Kohlenpulver überzogenen, oder, wo der Kohlenstoff fehlt, von hellgrau und sonst verschiedentlich gefärbten Kieselschiefern überlagert wird, in denen bei Barnstaple der bekannte Wawellit vorkommt. Etwas Aehnliches findet nach Verneuil im Staate Tennessee Statt, wo die Formation, wie in den meisten inneren Staaten Nordamerikas, mit glimmerigem Sandsteine beginnt, welcher jedoch in Tennessee häufig durch Hornstein und Kieselschiefer vertreten wird.

Wahrscheinlich gehört auch zur Steinkohlenformation Nordamerikas eine sehr merkwürdige, von Hildreth unter dem Namen *the great silicious deposit* beschriebene kieselige Bildung des Staates Ohio. Von Coshocton Connty zieht sich dieselbe an der Westgränze der Formation, durch die Grafschaften Licking, Muskingum, Perry,

Hocking und Jackson bis Scioto, ja wahrscheinlich bis nach Kentucky, also über 30 geogr. Meilen weit fort, und erlangt in Muskingum und Jackson an der Oberfläche eine Breitenausdehnung von einer geogr. Meile. Ihr Gestein hat eine sehr verschiedene Beschaffenheit; bald ist es zellig oder tubulos, wie wurmstichig, und daher besonders brauchbar zu Mühlsteinen; bald, wie am Hocking-River, ist es zerreiblich, und erscheint als ein feines, kreideweisses oder gelbes Pulver. *In* Muskingum und im nördlichen Theile von Perry stellt es einen sehr buntfarbigen, z. Th. leicht spaltbaren Hornstein dar, aus welchem die Ureinwohner Messer, Pfeilspitzen u. a. Dinge gefertigt haben, daher viele tausend Löcher den Boden auf meilenweiten Strecken verunstalten. Schöner krystallisirter Quarz und Chalcedon-Adern durchziehen diesen Hornstein, in welchem auch grosse Nester von Baryt häufig vorkommen, die Conchylien aber theils in Chalcedon, theils in klaren krystallinischen Quarz verwandelt sind. Dieses Hornsteinlager ist meist nur 8 bis 10 F. mächtig, wird aber oft viel mächtiger, ist in mehre Bänke abgesondert, und stark zerklüftet. Hildreth hält es für das Product heisser Quellen, welche auf dem Grunde des alten Oceans hervorbrachen, und die Kieselerde absetzten. *The Amer. Journal of sc. vol.* 29, 1835, *p.* 142 *f.* — Ein ähnliches Hornsteinlager ist in der Steinkohlenformation von Ohio an vielen Orten mit Bohrlöchern durchsunken worden, welche zur Erlangung von Soolquellen gebohrt wurden; dieses Hornsteinlager, welches bei Mac-Connelsville zu Tage ausstreicht, ist so hart, dass die Bohrarbeit gar häufig mit 8000 Stössen nur einen Zoll vorrückt. Hildreth gedenkt auch aus dem Kenawha-Thale in Virginien einer 5 bis 8 F. mächtigen, schwarzen Kieselschieferschicht, welche unmittelbar ein Kohlenflötz bedeckt, über einen Raum von 2000 Engl. Quadratmeilen verbreitet ist, und den Ureinwohnern das Material zu ähnlicher Benutzung geliefert hat, wie das vorhin erwähnte Hornsteinlager. — Auch im Döhlener Kohlenbassin unweit Dresden kennt man mehre Hornsteinlager, von welchen das eine, bis 2 Fuss mächtige eine flintähnliche Beschaffenheit hat, und bei Schweinsdorf fast unmittelbar über einem Kohlenflötze liegt. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft V, S. 296. Nach Geinitz gehören diese Lager schon der unteren Etage des Rothliegenden an.

§. 348. *Schieferthon, Thon, Alaunschiefer, Brandschiefer, Thonstein.*

Nachdem wir uns im vorigen Paragraph mit den psephitischen, psammitischen und kieseligen Gesteinen der carbonischen Formation beschäftigt haben, wenden wir uns jetzt zur Betrachtung ihrer pelitischen und schiefrigen Gesteine, als welche besonders Schieferthon und Thon, Thonschiefer, Alaunschiefer, Brandschiefer und Thonstein zu erwähnen sein dürften.

Der Schieferthon, nächst dem Sandsteine das vorwaltendste Material der Steinkohlenformation, gewinnt auch deshalb eine ganz besondere Bedeutung, weil er der treue und unmittelbare Begleiter der Steinkohlenflötze, sowie das hauptsächliche Repositorium der schönsten Pflanzenreste und des thonigen Sphärosiderites zu sein pflegt.

Obwohl graue Farben die herrschenden des Schieferthones sind (I, 665), so kommen doch auch anders gefärbte, namentlich schwarze, braune, lavendelblaue, berggrüne und rothe Varietäten vor, welche letztere jedoch, wie die buntfarbigen Schieferthone überhaupt, wohl richtiger als Schieferletten zu bezeichnen sein dürften. Wie vollkommen übrigens die, durch kleine, oft mikroskopische Glimmerschuppen bedingte schiefrige Structur des Gesteins erschei-

nen mag, so ist solche wohl stets als normale, und niemals als transversale Schieferung ausgebildet*). Wenn die Glimmerschuppen sehr sparsam vorhanden sind, oder gänzlich fehlen, so erscheint auch das Gestein als ein blosser Thon oder Letten, und gar nicht mehr als eigentlicher Schieferthon. Uebrigens entwickeln sich die Schieferthone oft ganz allmälig aus den sehr feinkörnigen thonigen Sandsteinen, in welche sie daher auch sehr gewöhnlich übergehen.

»Schieferthon ist das reine, von allen Sandkörnern befreite Bindemittel des Kohlensandsteins,« sagte v. Oeynhausen in seinem Versuche einer geognostischen Beschreibung von Oberschlesien (1822, S. 119), und für die feinsten Varietäten möchte wohl auch diese Ansicht ganz richtig sein, sobald die Glimmerschuppen mit zu dem Bindemittel des Sandsteins gerechnet werden; die meisten Varietäten enthalten aber auch viele feine Sandkörner.

Rothe Schieferthone sind nach Murchison und Sedgwick nicht selten in der oberen Abtheilung der Kohlenformation von Devonshire, wo sie in Begleitung der rothen Sandsteine auftreten; auch im Kohlenbassin von Rhodez in Frankreich erscheinen nach Elie de Beaumont die Schieferthone bisweilen so roth, wie die Schieferletten der Buntsandsteinformation. Besonders häufig kommen sie nach Weawer und H. Rogers im Gebiete der Nordamerikanischen Anthracitformation vor, wo z. B. in Pennsylvanien fast jedes Bassin von einem aus rothem Sandstein und Schieferthon gebildeten Schichtensysteme getragen wird; diese Schieferthone sind oft ganz erfüllt von haselnussgrossen, ovalen Concretionen eines blaulichgrauen Kalksteins, und geben bisweilen in förmlichen Schieferkalkstein über. Nach Dawson treten auch in der oberen Abtheilung der Steinkohlenformation von Neuschottland, zugleich mit rothen Sandsteinen, rothe Schieferthone auf, welche oft Abdrücke von Fucoiden enthalten. Eben so bilden nach Gümbel rothe und bunte Schieferthone die oberste Etage des Pfälzisch-Saarbrücker Steinkohlengebirges; im Schlan-Rakonitzer Kohlenbassin aber ist nach v. Nowicki der Schieferthon bei Neomeric fast blutroth durch fein oolithisches Eisenerz.

Thon und Letten, gewöhnlich von grauen oder weissen, bisweilen auch von bunten Farben, geht aus dem Schieferthone hervor, wenn die sandigen und glimmerigen Bestandtheile desselben immer seltener werden. Er bildet mitunter ziemlich mächtige Schichten, und erscheint auch häufig in schmalen Lagen zwischen den einzelnen Bänken der Kohlenflötze.

Wie in Russland der Sandstein oft durch losen Sand, so wird auch bisweilen der Schieferthon dort durch gewöhnlichen Töpferthon ersetzt; so finden sich nach Eichwald an der Krupitza und Prikscha unter dem Kohlenkalksteine mächtige Lager von Thon, mit Stigmarien und Kohlenflötzen, und auch im Bassin von Moskau wird der Schieferthon oft durch gewöhnlichen blauen Thon vertreten. Bei Charlottenbrunn in Niederschlesien sind nach Göppert die tiefsten, unmittelbar dem Gneisse aufgelagerten Schichten der Steinkohlenformation als rother, gelber und weisser Letten ausgebildet. Graue Thone, welche oft mit Quarzsand, Glimmerschuppen und Pyrit gemengt sind, spielen nach v. Lidl eine nicht unwichtige Rolle im Kohlenbassin von Pilsen, wo sie stellenweise 12 bis 25 Klafter mächtig werden. Bei Niederwürschnitz und Lugau in Sachsen wird oft die tiefste Schicht der Kohlenfor-

*) Murchison und Sedgwick bemerken in ihrer Abhandlung über das Schiefergebirge von Devonshire ausdrücklich, dass die dortige Steinkohlenformation durch den Mangel der transversalen Schieferung (oder der *cleavage-planes*) charakterisirt sei, obgleich ihre Schichten ganz ausserordentliche Windungen und Dislocationen erlitten haben. *Trans. of the geol. soc. 2. ser. V, 1840, p. 679.*

mation von einem schneeweissen eigenthümlichen Thone gebildet, welcher aus der Zersetzung des unterliegenden Thonschiefers entstanden ist.

Eisenkies ist ein ganz gewöhnlicher accessorischer Bestandtheil des Schieferthones und Thones, und findet sich theils eingesprengt, theils in der Form von mancherlei accessorischen Bestandmassen; bisweilen kommen auch Bleiglanz und Zinkblende, Kalkspath, Braunspath, sphäroidische Mergel-Concretionen, selten Knollen von Phosphorit vor. Lagen von Faserkalk (*satin-spar*) sind bei Alstonmoor und anderen Orten in England, und zolldicke Lagen von Cölestin nach Weawer bei Tortworth vorgekommen. Ausserordentlich häufig umschliesst der Schieferthon Nieren, bisweilen auch Lagen oder förmliche Schichten von thonigem Sphärosiderit, von welchen Vorkommnissen, ihrer technischen Wichtigkeit wegen, weiter unten noch besonders die Rede sein wird. Uebrigens giebt es auch Varietäten, welche von kohlensaurem Eisenoxydul, und andere, welche von kohlensaurem Kalke mehr oder weniger reichlich imprägnirt sind.

Der Eisenkies ist oft so reichlich im Schieferthone vorhanden, dass derselbe auf Vitriol und Alaun benutzt wird, wie z. B. bei Duttweiler unweit Saarbrück, und in Oberschlesien, wo die Sackgrube nur auf dergleichen Schieferthon betrieben wurde. Im Döhlener Steinkohlenbassin bei Dresden enthält eine Schieferthonschicht des Burgker Werkes äusserst regelmässig gestaltete, ellipsoidische Mergelnieren, und bei Fins im Dep. des Allier kommen nach Guillemin zahlreiche kleine Knollen und Nieren eines feinkörnigen, dunkelgrauen phosphorsauren Kalkes vor, welche meist von thonigem Sphärosiderit umschlossen werden.

Der Schieferthon bildet die eigentlichen Hauptniederlagen für die schönsten und zahlreichsten Pflanzenreste, über deren Beschaffenheit weiter unten das Nöthige gesagt werden wird. Sie sind zuweilen in erstaunlicher Menge vorhanden, so dass fast jede Spaltungsfläche neue Abdrücke entblöst, weshalb die Schieferthone mit Herbarien verglichen worden sind, deren Blätter man nur aufzuschlagen braucht, um die Formen einer längst untergegangenen Flora, oft in wunderbarer Vollkommenheit, hervortreten zu sehen. In den paralischen Steinkohlenbildungen beherbergt der Schieferthon nicht selten die Ueberreste von marinen Organismen, von Krinoiden, Korallen und mancherlei Conchylien, und auch in den limnischen Kohlenbassins sind manche Schieferthonlagen mit Muschelabdrücken erfüllt, welche gewöhnlich einigen wenigen Species von Unio oder Cardinia angehören.

An die Schieferthone schliessen sich zunächst die sogenannten Mergel und Mergelschiefer an, welche aus einigen Territorien der Steinkohlenformation erwähnt werden, und wohl grossentheils nur als bunte, nach Art der Mergel an der Luft zerfallende Schieferletten zu betrachten sein dürften, während andere zu den kalkigen Schieferthonen gehören mögen. Sie scheinen nirgends häufiger als in Nordamerika vorzukommen, wo sie besonders in denjenigen Regionen auftreten, welche zugleich durch viele Salzquellen ausgezeichnet sind.

Hierher gehören die bunten Mergel im Döhlener Steinkohlenbassin bei Dres-

den, und wohl auch manche ähnliche Gesteine im oberen Theile des Pfälzisch-Saarbrücker Steinkohlengebirges. Im Muskingum-Thale in Ohio kommen rothe und hellbraune, schiefrige Mergel voll Farnkrautabdrücke vor, welche bei Marietta ein 150 F. mächtiges Schichtensystem bilden; überhaupt aber sind dergleichen Mergelschiefer im ganzen Thale des Ohio als ein charakteristisches Glied der dortigen salzführenden Etage der Steinkohlenformation bekannt, und bei allen Salinen nachgewiesen worden. Bei Pittsburg in Pennsylvanien z. B. durchbohrte man erst 130 F. tief grauen und blaulichen Sandstein, welcher mit weissen, rothen und blauen Mergelschiefern abwechselt, traf dann eine 5 F. mächtige rothe Mergelschicht, unter welcher die erste Soole und Bergöl erreicht wurde, durchsank hierauf ein 6 F. starkes Kohlenflötz, 40 F. Sandstein, Schieferthon und Mergelschiefer, abermals ein 10 F. starkes Kohlenflötz, und erlangte endlich in 215 F. Tiefe eine brauchbare Soole.

Thonschiefer und Alaunschiefer. In den unteren Etagen mancher Territorien der Steinkohlenformation erscheinen auch noch förmliche Thonschiefer, welche gewöhnlich schwarz oder dunkelgrau, bisweilen auch roth oder anders gefärbt sind, nicht selten organische Ueberreste (zumal Posidonomyen und Pflanzen) enthalten, und häufig mit Kieselschiefer oder mit dünnschichtigem Kalksteine wechsellagern oder doch vergesellschaftet sind. Oft treten auch Alaunschiefer auf ähnliche Weise auf, welche mitunter viele Nieren von schwarzem bituminösem Kalkstein umschliessen. Manche Dachschiefer gehören gleichfalls schon in das Gebiet der älteren Steinkohlenformation*).

In Devonshire wird die unterste Etage der Steinkohlenformation wesentlich von schwarzen Schiefern gebildet, die theils mit Kieselschiefer, theils und zumal nach oben mit schwarzen Kalksteinlagen abwechseln, und dann gewöhnlich selbst von zahlreichen weissen Kalkspathadern durchschwärmt werden; diese mehr kalkigen Schiefer halten Posidonomyen und Goniatiten. Eben so verhält es sich in Belgien, wo über dem Kohlenkalkstein Kieselschiefer, Quarzit, schwarze Thonschiefer und Alaunschiefer folgen; desgleichen in Westphalen, wo vielorts ähnliche Schiefer mit plattenförmigem Kalkstein, Kieselschiefer und Jaspis die Steinkohlenformation eröffnen, indem dieses complicirte Schichtensystem, wie v. Dechen gezeigt hat, durch seine organischen Ueberreste (*Posidonomya Becheri*, *Goniatites striatus* oder *crenistria* u. a.), insbesondere aber durch seine Lagerung über der Fortsetzung des Kohlenkalksteins von Ratingen als ein unzweifelhaftes Glied der Steinkohlenformation charakterisirt wird. — Im Herzogthume Nassau, wo von dieser Formation überhaupt nur diese untere Abtheilung bekannt ist, da wird sie gleichfalls von Kieselschiefer und von Thonschiefern gebildet, welche z. Th. durch Eisenoxyd roth gefärbt, mit grauen Kalksteinlagen verbunden, und sehr reich an den genannten beiden und einigen anderen Fossilien (auch Pflanzenresten) sind. Sandberger erkannte diese Schichten schon lange für solche, welche eher zur Steinkohlenformation, als zur devonischen Formation gezogen werden müssen, (Uebers. der geol. Verh. des Herz. Nassau, 1847, S. 41) und verglich sie mit den ähnlichen Schichten in Devonshire, in Westphalen und am Harze. Aus diesem letzteren Gebirge sind sie von Ad. Römer näher beschrieben worden. *Paläontographica, III*, 1850, S. 43 f. Es werden diese Schiefer, wegen der häufig in ihnen vorkommenden Posidono-

*) In dem Kohlenbassin der Sagradia im Banate sollen hoch oben Schichten vorkommen, welche wie alter krystallinischer Thonschiefer oder Chloritschiefer erscheinen.

myen, sehr gewöhnlich unter dem Namen der Posidonomyenschiefer aufgeführt.

Die eigentlichen*) charakteristischen Brandschiefer (I, 652) kommen in manchen Territorien der Steinkohlenformation vor, wo sie in selbständigen Flötzen dem Schieferthone oder Sandsteine eingelagert sind. Sie scheinen vorzüglich den obersten Etagen der Formation anzugehören, liegen bisweilen höher, als die letzten Kohlenflötze, und lassen es mitunter sogar zweifelhaft, ob sie nicht schon der permischen Formation zugerechnet werden müssen. Häufig enthalten sie Ueberreste von Fischen, seltener Pflanzenabdrücke, bisweilen auch Nieren von Sphärosiderit oder Eisenkies.

So findet sich ein ausgezeichneter, sehr bituminöser Brandschiefer bei Burdiehouse unweit Edinburgh und bei Manchester, besonders aber in vielen französischen Kohlenbassins, wie z. B. bei Decize, Commentry, Montluçon, Saint-Gervais und Autun. Dieses letztere Vorkommen ist sehr bedeutend; denn die Brandschiefer erlangen zwischen Epinac und Igornay über 60 Meter Mächtigkeit, und bilden einen wichtigen Gegenstand technischer Betriebsamkeit, indem das in ihnen enthaltene Oel durch Destillation gewonnen und zur Bereitung von Leuchtgas benutzt wird. Sie sind bei Muse sehr reich an Fischen (zumal an Species von Palaeoniscus), bei Surmoulin an Koprolithen, die wahrscheinlich von Sauriern herrühren, enthalten bei Millery, Igornay u. a. O. Pflanzenreste der Steinkohlenformation, und werden daher noch zu dieser Formation gerechnet, obwohl ihre bathrologische Stellung vielfach discutirt, und ihnen von manchen Geologen in der permischen Formation angewiesen worden ist. — Auch die Brandschiefer von Fins (Allier), welche 27 p. C. flüchtige Theile, 15 p. C. Kohle und 58 p. C. erdige Bestandtheile (darunter viel phosphorsauren Kalk) enthalten, dabei reich an Zähnen und Schuppen von Fischen sind, liegen dort im oberen Theile der Formation über allen Kohlenflötzen. Auf der Insel Cape-Breton in Nordamerika sind nach R. Brown ähnliche Brandschiefer im wirklichen Steinkohlengebirge bekannt; dagegen gehören die Brandschieferflötze von Oslawan in Mähren, eben so wie diejenigen von Trautenau in Böhmen und von Oschatz in Sachsen der permischen Formation an. Wohl aber kennt man im Schlan-Rakonitzer Bassin bei Libowic, Stern und Jedomelic einen äusserst bituminösen, sehr zähen, in dünnen Blättern fast elastischen Brandschiefer, welcher viele Schuppen, Zähne und Flossenstacheln von Fischen enthält, und schmale, fast unmittelbar über den Kohlenflötzen liegende Schichten bildet (nach v. Newicki, in der Zeitschrift Lotos, III, 1853, S. 110). Es ist derselbe Brandschiefer, welchen Zippe schon im Jahre 1842 als elastische Kohle beschrieb.

Thonsteine, d. h. solche Gesteine, welche hauptsächlich aus feinem Detritus und Schlamme von Porphyr gebildet worden sind (I, 671), spielen in einigen Territorien der Steinkohlenformation eine nicht unwichtige Rolle; sie erscheinen in mancherlei weissen, sowie von lichtgrünen, gelben, rothen und blaulichen Farben, gewöhnlich von sehr homogener, bald weicher, bald harter Beschaffenheit, sind mehr oder weniger deutlich geschichtet, und umschliessen nicht selten Pflanzenreste. Wenn ihnen viele kleine Glimmerschuppen und Sandkörner beigemengt sind, so schliessen sie sich an die Schieferletten und

---

*) Denn oft werden auch sehr kohlige Schieferthone so genannt, gleichwie auch kohlige Hornsteine in manchen Kohlenrevieren mit dem Namen Brand belegt werden.

Schieferthone an, während sie an anderen Stellen, durch Aufnahme von Geröllen, eine conglomeratähnliche Beschaffenheit erhalten, oder auch, durch Vergröberung ihres Materials in porphyrische oder felsitische Psammite übergehen.

Besonders solche Steinkohlenbassins, welche auf Porphyr abgelagert, oder von Porphyr umgeben sind, oder in deren Bildung gleichzeitig Porphyr-Eruptionen eingegriffen haben, lassen dergleichen Thonsteine, als theilweise Vertreter der Sandsteine und Schieferthone, erkennen. Diess ist z. B. der Fall mit dem Döhlener Steinkohlenbassin unweit Dresden, an dessen Zusammensetzung weisse und hellgrüne Thonsteine und förmliche Porphyrtuffe einen bedeutenden Antheil nehmen. Auch bei Radnitz in Böhmen, bei Villé in den Vogesen, und in anderen Kohlenbassins kommen Thonsteine vor; die sogenannten Grandgesteine der Gegend von Wettin dürften gleichfalls wesentlich als porphyrische Psammite zu betrachten sein. Andrae, Erl. zur geol. Karte von Halle, 1850, S. 47. Vielleicht sind auch zu diesen Thonsteinen jene sehr harten, dichten, geschichteten Felsitgesteine zu rechnen, welche Erman sowohl östlich von Ochozk, als auch am westlichen Abhange des Aldanischen Gebirges fand, und zwischen deren Schichten kohlige und graphitische Lagen vorkommen, in welchen Göppert Ueberreste von Calamiten, Nöggerathien und Araucarien zu erkennen vermochte.

Endlich haben wir noch den sogenannten Eisenspilit zu erwähnen, welchen Koch und Ludwig als ein eigenthümliches Gestein der älteren Kohlenformation in Nassau und Hessen eingeführt haben. Derselbe besteht aus einer grünlich-, röthlich- oder schwärzlichgrauen, feinkörnigen bis dichten oder erdigen, gewöhnlich sehr zähen und schwer zersprengbaren, wesentlich von Kalk, Thon, Grünerde und Eisenoxyd gebildeten Grundmasse, in welcher besonders Quarz, Prehnit, Laumontit und Kalkspath, oft aber auch manche andere Mineralien enthalten sind.

Das Gestein tritt in verschiedenen Varietäten auf, wird oft sehr ähnlich gewissen Aphaniten oder Melaphyren, ist aber immer geschichtet, und bildet die tiefsten Schichten der älteren Steinkohlenformation in der Gegend von Dillenburg und Herborn, im hessischen Hinterlande und im Kreise Wetzlar; es ist auch am Harze und im Thüringer Walde bekannt. Jahrb. des Vereins für Naturk. im Herz. Nassau, Heft 13, 1858, S. 276 ff.

§. 349. *Kohlenkalkstein und andere Kalksteine, Dolomit, Gyps und Kochsalz.*

Eines der wichtigsten und interessantesten Glieder der Steinkohlenformation ist unstreitig diejenige Kalksteinbildung, welche man wegen ihrer innigen Verknüpfung mit dieser Formation Kohlenkalkstein (*carboniferous limestone, calcaire houiller*) genannt hat*). Die grosse Mächtigkeit und die ganz ausserordentliche Verbreitung, welche dieser Kalkstein in manchen Ländern

*) Auch Bergkalkstein (*mountain limestone*), weil er in mehren Gegenden Englands zu bedeutenden Bergketten aufragt, was nach Verneuil auch in dem Cantabrischen Gebirge der Fall ist, wo er z. Th. die höchsten Gipfel bildet; oder metallführenden Kalkstein (*metalliferous limestone*), weil die wichtigsten Erzgänge von Derbyshire, Northumberland u. s. w. in ihm aufsetzen.

erreicht, sein oft erstaunlicher Reichthum an organischen Ueberresten, seine Beziehungen zu gewissen Erzgängen, seine Höhlen, Berg- und Felsformen lassen ihn als eine der bedeutsamsten Erscheinungen in der Entwickelungsreihe der Steinkohlenformation hervortreten. Er ist jedoch, als entschiedene Meeresbildung, ein ausschliessliches Eigenthum der paralischen Steinkohlenformation, und darf daher nicht mit den ausserdem noch vorkommenden Kalksteinen verwechselt werden, welche immer als sehr untergeordnete Erscheinungen auftreten, und sich auch in allen übrigen Verhältnissen gar wesentlich von dem eigentlichen Kohlenkalksteine unterscheiden.

Der Kohlenkalkstein hat gewöhnlich graue, zumal blaulichgraue und schwärzlichgraue Farben, welche einerseits in schwarze, anderseits in weisse Farben übergehen; auch kommen gelb und roth gefärbte Varietäten vor. Er ist dicht bis krystallinisch-körnig, zuweilen oolithisch oder breccienartig, oft bituminös und stinkend beim Anschlagen, nicht selten mit Kieselerde oder mit Thon imprägnirt, daher kieselig oder thonig, bisweilen magnesiahaltig oder dolomitisch, und wird sehr häufig von Kalkspathadern durchzogen, welche nicht selten zu drusigen Kalkspathnestern anschwellen, und verschiedene Arten von Marmor hervorbringen, unter denen namentlich die schwarzen, weiss geaderten sehr beliebt sind.

Die dunkelgraue und schwarze Farbe vieler Kohlenkalksteine soll nach Bouësnel weniger von Bitumen, als von Kohlenstoff oder Anthracit herrühren, welcher diese Kalksteine zu imprägniren pflegt, bisweilen in dem Grade, dass alle Klüfte mit Anthracit überzogen sind, und dass einzelne Gesteinspartieen fast brennbar werden. Die, manchen Varietäten im hohen Grade zukommende Eigenschaft, nach dem Schlagen und Reiben zu stinken, erklärt Bouësnel durch Anwesenheit von etwas Schwefelwasserstoff.

Rothe, durch Eisenoxyd gefärbte Varietäten finden sich z. B. in der Nähe von Bristol; ja, im Forest of Dean ist der Kohlenkalkstein so reichlich mit Eisenoxyd imprägnirt, dass er als Eisenerz benutzt wurde. Die weissen und gelben Varietäten haben bisweilen ganz das Ansehen von jüngeren Kalksteinen der Jura- oder Kreideformation; ja in Russland, wo diese hellfarbigen Gesteine überhaupt sehr verbreitet sind, da kommen völlig kreideähnliche Varietäten vor, wie z. B. bei Witegra südlich vom Onegasee, oder auch andere, dem Pariser Grobkalk ähnliche Varietäten, wie in dem Bassin von Moskau. Oolithische Kalksteine finden sich recht ausgezeichnet bei Bristol, nach Weawer aber besonders am nordöstlichen Ende des Bristoler Bassins in dem Kalksteinzuge von Tortworth, auch in Derbyshire, sowie nach Murchison bisweilen in Südwales und im Bassin von Moskau, ziemlich grobkörnige Oolithe kennt man nach v. Dechen zwischen Ratingen und Hefel in Rheinpreussen, fein oolithische Kalksteine nach F. Römer in der Gegend von Stolberg bei Aachen. Häufig kommen dergleichen Kalksteine nach Dale-Owen in der oberen Etage der weit ausgedehnten Ablagerungen von Illinois, Indiana, Kentucky, Tennessee und Missouri vor, in welchem letzteren Staate am Maramec-River nach Troost alle Oolithkörner verkieselt sind. — Wo der Kohlenkalkstein mit Kieselerde imprägnirt ist, da umschliesst er auch oft Concretionen von Hornstein; in Irland aber kommen eigenthümliche Mittelgesteine zwischen Kalkstein und Schieferthon vor, welche dort unter dem Namen Calp bekannt sind, und den Baustein für Dublin liefern.

Wie alle sogenannten dichten Kalksteine, so ist auch der dichte Kohlenkalkstein

ein kryptokrystallinisches Gestein; doch kommen gar nicht selten deutlich krystallinisch-körnige Varietäten vor. Oft enthalten sie nur einzelne grössere Kalkspathkörner eingesprengt, welche in Kalkspath umgewandelte Krinoidenglieder sind und, wenn sie mehr überhand nehmen, zuletzt ein krystallinisch grobkörniges Gestein bedingen; (Krinoidenkalkstein).

Mit den breccienartigen, aus Kalksteinfragmenten und Kalksteincäment bestehenden Varietäten dürfen die Conglomerate nicht verwechselt werden, welche bisweilen nahe an der Auflagerung des Kohlenkalksteins, oder auch höher aufwärts beobachtet worden sind. John Phillips berichtet, dass im Kings-Thale und Wharfe-Thale, wo der Kohlenkalkstein auf den Schichtenköpfen des Schiefergebirges aufliegt, seine untersten Schichten durch viele Geschiebe von Schiefer als förmliche Conglomeratschichten erscheinen; nach oben werden die Geschiebe immer kleiner und seltener, doch kommen sie noch bis 20 Fuss aufwärts vor; dieselbe Erscheinung wiederholt sich auch im Ribbles-Thale, sowie bei Kendal und Ulswater. *Trans. of the geol. soc. 2. ser. III, p.* 10 f. Im südlichen Irland kommt nach Weawer in der Bay of Rush ein Conglomerat vor, welches aus grauem Kalkstein besteht, der Fragmente von Thonschiefer, Quarz und Kalkstein umschliesst, auch viele Ueberreste von Korallen und Krinoiden enthält; dieses Conglomerat wechselt mit Schieferthon und gewöhnlichem Kalkstein.

Quarz (z. Th. als Bergkrystall), Flussspath, Eisenkies und Bleiglanz, bisweilen auch Kupferkies, Zinkblende, Asphalt und Elaterit, finden sich hier und da als accessorische Bestandtheile des Kohlenkalksteins; unter den accessorischen Bestandmassen aber sind, ausser Kalkspath- und Braunspath-Nestern, besonders Hornstein-Nieren, als eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung zu erwähnen. Auch treten nicht selten schmale Lagen von Hornstein auf, welche, wenn sie mächtiger werden, in förmliche Schichten von Kieselschiefer übergehen.

Im Kohlenkalksteine Englands finden sich dergleichen Nieren und Lagen von schwarzem, braunem oder grauem Hornstein sehr gewöhnlich; die ersteren meist lagenweise vertheilt, gerade so, wie die Flintknollen in der Kreide. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich im oberen Kohlenkalkstein Irlands, in dem weissen Kalksteine der Gegend von Moskau (dessen Aehnlichkeit mit der Kreide durch diese Kieselgebilde noch erhöht wird), in dem Kohlenkalksteine Nordamerikas, und überhaupt in sehr vielen Gegenden, wo diese Kalksteinbildung zu einer bedeutenden Entwickelung gelangt ist. Schichten von Hornstein (*chert*) oder Kieselschiefer pflegen in England besonders an der oberen Gränze des Kalksteins als Zwischenlager aufzutreten. Asphalt und Bergöl sind vielorts im englischen Kohlenkalksteine bekannt, und erfüllen nicht selten die Cavitäten der versteinerten Schalgehäuse von Goniatiten, Orthoceren und anderen Cephalopoden.

Ein ganz vorzügliches Interesse gewinnt der Kohlenkalkstein deshalb, weil er eben so das hauptsächliche Repositorum der aus der carbonischen Periode stammenden thierischen Ueberreste bildet, wie diess vom Schieferthone in Betreff der pflanzlichen Ueberreste behauptet werden kann. Da nun aber diese Reliquien der damaligen Thierwelt ganz entschieden das Gepräge von marinen Organismen an sich tragen, so wird auch der Kohlenkalkstein durch sie im Allgemeinen als eine Meeresbildung charakterisirt, welche nur selten und in einzelnen Schichten einen fluviomarinen Charakter erkennen lässt.

Da die specielle Aufführung der wichtigsten Formen weiter unten gegeben wer-

den wird, so mag hier einstweilen nur bemerkt werden, dass es besonders verschiedene Korallen, Krinoiden, viele Species von Productus und Spirifer, und mancherlei andere Conchylien sind, welche oft in unsaglicher Menge angehäuft vorkommen, weshalb sie einen sehr wesentlichen Antheil an der Bildung des Gesteins gehabt haben müssen; was zumal für die Krinoiden so auffallend ist, dass der Kohlenkalkstein bisweilen auch Enkrinitenkalkstein (*encrinal-limestone*) genannt worden ist. Doch giebt es auch ausnahmsweise ganze Schichten und Schichtensysteme, in welchen die organischen Ueberreste nur sparsam auftreten, oder auch fast gänzlich vermisst werden.

Der Kohlenkalkstein ist meist deutlich geschichtet; seine Schichten haben eine sehr verschiedene Mächtigkeit, und erscheinen daher bald als sehr dicke Bänke, bald als plattenförmige Lagen. Oft liegen sie ohne fremdartige Zwischenlagen vielfältig über einander, während sie in anderen Fällen durch Zwischenlagen von Schieferthon oder Kieselschiefer, oder auch durch mehr oder weniger mächtige Sandsteinschichten von einander abgesondert werden. Dieses letztere Verhältniss, welches oft in einem sehr grossen Maassstabe ausgebildet ist, erlangt eine hohe Wichtigkeit für die Beantwortung der Frage, in wie weit der Kohlenkalkstein als eine selbständige Bildung betrachtet werden kann, und wird daher weiter unten ausführlicher in Betrachtung kommen.

Im Bassin von Moskau kommen nach Murchison in der oberen, durch *Fusulina cylindrica* ausgezeichneten Etage sehr dünnschichtige, schiefrige, dem lithographischen Kalksteine ganz ähnliche Varietäten, ja sogar Kalkschiefer vor, welche aus fast papierdünnen Blättern bestehen. Gewöhnlich aber sind die Schichten des Kohlenkalksteins einen oder einige Fuss mächtig.

In seinen mächtigeren Ablagerungen beherbergt der Kohlenkalkstein oft sehr bedeutende Höhlen; auch ist er der Zerklüftung und Zerspaltung vielfach unterworfen, weshalb er nicht nur in den Thaleinschnitten sehr schöne und pittoreske Felspartieen bildet, sondern auch ausserdem oft in schroffen und abenteuerlich gestalteten Felsen aufragt*). Die Kalksteinzonen und grösseren Kalksteinlager lassen sich nicht selten auf der Oberfläche des Landes in mehr oder weniger unterbrochenen Felsenkämmen verfolgen, während die Kalksteinplateaus und Kalksteindecken, bei ebener oder sanft undulirter Oberfläche, oft enge und schroffe, canalartig eingeschnittene Felsenthäler entfalten.

Ueberhaupt aber ergiebt sich aus der vorstehenden Beschreibung, dass der Kohlenkalkstein in allen seinen petrographischen Verhältnissen den Kalksteinen der Uebergangsformationen so ähnlich ist, dass er in der Regel nur durch seine Lagerungsverhältnisse und durch seine organischen Ueberreste von ihnen unterschieden werden kann.

Fast alle Höhlen Englands, mit Ausnahme einiger in Devonshire und Somersetshire, kommen im Kohlenkalksteine vor, in dessen Gebiete auch nicht selten Flüsse und Bäche plötzlich verschwinden oder hervortreten. Berühmt sind die Höhlen von Ingleborough und Castleton, die in der Gegend von Bristol, wo auch spaltenähnliche Schluchten den Kalkstein durchschneiden, und viele Bäche von unterirdi-

*) Wegen ihrer steilen und schroffen Felswände wird die Haupt-Ablagerung des englischen Kohlenkalksteins oft unter dem Namen *Scar-limestone* aufgeführt.

schen Schlünden (den sog. *swallow-holes*) verschluckt werden, sobald sie aus dem Gebiete des *Old-red-sandstone* in das des Kohlenkalksteins eintreten. In anderen Gegenden strömen die Bäche mit voller Wassermenge aus Höhlen hervor, wie z. B. der Bach Lwchwr in Südwales. — Auch in Irland bildet zumal die obere Etage des Kohlenkalksteins schroffe grotteske Felspartieen, und umschliesst viele Höhlen, in denen die Bäche verschwinden; besonders in Kilkenny und Queen sind die Höhlen sehr zahlreich, und berühmt ist die Great-Cave bei Dunmore. — Eben so verhält sich der Kohlenkalkstein in Belgien, wo bei Choqier und an anderen Orten Höhlen bekannt sind, und im Thale der Maas eine sehr schöne Felsenscenerie entwickelt ist. — Die unermesslichen Kohlenkalksteindistricte Nordamerikas zeigen dieselben Erscheinungen; im Bassin von Illinois kommen viele Höhlen vor; die Mammoth-Cave in Kentucky soll nicht weniger als 6 Engl. Meilen lang sein, und der Lost-River in Orange-County in Indiana verschwindet auf viele Meilen weit in solchen unterirdischen Räumen. Auch die vielen Erdfälle (*sink-holes*) bei St. Louis im Staate Missouri dürften durch den Einsturz der Decke von Höhlen entstanden sein.

Die schroffe Ausbildung der Schluchten und Thäler innerhalb des Kohlenkalksteins findet, wie in vielen Gegenden, so auch in den Mendip-Hills in Somersetshire Statt, von wo namentlich das Thal Tinningsgate und der staunenswerthe Chasm of Cheddar als besonders interessante Beispiele erwähnt werden. Im Ural, bei Ust-Koiwa östlich von Perm, windet sich nach Murchison die Tschussowaia im Kohlenkalkstein durch ein wunderschönes wildes und enges Felsenthal*). Derselbe gedenkt einer merkwürdigen Reliefbildung bei Kossatschi-Datschi, südlich von Miask, wo der Kalkstein ein kleines, von Grünsteinbergen umgebenes Plateau bildet, dessen Oberfläche zu einer Menge kleiner Hügel aufsteigt, welche wie die Wellen des Meeres oder wie die Hornitos am Jorullo erscheinen.

Sehr nahe verwandt mit dem eigentlichen Kohlenkalksteine und oft als theilweise Vertreter desselben erscheinen in manchen Territorien der älteren Steinkohlenformation die sogenannten Culmkalksteine: eigenthümliche, dünnschichtige, daher plattenförmige, bisweilen fast schieferige, dunkelgraue bis schwärzliche, oft kieselige und thonige, auch bituminöse Kalksteine, welche meist in beständiger Wechsellagerung mit Thonschiefer, Alaunschiefer oder Kieselschiefer, selten rein und selbständig in grösseren Ablagerungen auftreten.

Es ist diess der sogenannte Plattenkalkstein, welcher in Westphalen, im Herzogthume Nassau, in Devonshire und anderwärts ein nicht unwichtiges Glied der älteren Kohlenformation oder Culmformation spielt, weshalb er auch den Namen Culmkalkstein erhalten hat. Er ist gewöhnlich arm an organischen Ueberresten; doch kommen stellenweise *Posidonomya Becheri*, *Goniatites crenistria*, *Orthoceras striolaris* u. a. Formen vor, welche ihn eben so wie den eigentlichen Kohlenkalkstein als eine marine Bildung charakterisiren.

Ausser diesem Culmkalksteine und dem eigentlichen Kohlenkalksteine, als ausschliesslichen Gliedern der paralischen Steinkohlenformationen, kommen jedoch auch in den limnischen Steinkohlenbassins bisweilen untergeordnete Schichten von Kalkstein vor, welche daher wohl als Süsswasserkalksteine oder Limnocalcite zu betrachten sein dürften, obgleich sie keinesweges immer durch organische Ueberreste als solche charakterisirt sind. Ja,

*) Vergl. *Russia, vol. I, p.* 386 und *Siluria, 1. ed. p.* 330, auch Zerrenner, Erdkunde des Gouvernements Perm. S. 78.

selbst die paralischen Formationen umschliessen bisweilen einzelne Schichten oder Schichtensysteme, welche mehr den Charakter von limnischen als von marinen Sedimenten an sich tragen, und daher als fluviomarine oder Aestuarien-Bildungen gedeutet werden müssen.

Diese Kalksteine sind gewöhnlich dicht, grau, braun oder schwarz, zuweilen gelblich oder röthlich, oft bituminös oder stinkend unter dem Hammer, auch wohl dolomitisch, gewöhnlich leer oder doch sehr arm, selten reich an organischen Ueberresten, häufig mit Nieren oder Lagen von Hornstein versehen, und bilden meist schmale Schichten oder Schichtencomplexe, welche jedoch zuweilen eine sehr grosse Verbreitung und nicht selten einige Wichtigkeit in technischer Hinsicht erlangen, weil sie in den Gegenden ihres Vorkommens als Brennkalk benutzt werden.

Im Döhlener Steinkohlenbassin bei Dresden findet sich ein Kalksteinlager, welches gewöhnlich nur 2 bis 3 F. mächtig ist, aus dichtem bis höchst feinkörnigem, verschiedentlich gefärbtem, etwas dolomitischem, oft stinkendem Kalkstein besteht, und Drusen von Kalkspath und Rautenspath, auch Nester von rothem und braunem Hornstein, von organischen Ueberresten aber nur undeutliche Pflanzenreste enthält*). Im Pfälzisch-Saarbrückener Steinkohlengebirge kennt man viele Kalksteinlager, welche nach Schmidt $1/2$ bis 7 Fuss mächtig sind, oft sehr weit fortsetzen, aber keine organischen Ueberreste umschliessen; nur ein schwarzes Kalkflötz bei St. Julian soll nach Gümbel undeutliche Reste von Fischen enthalten. Das Hauptflötz, welches eine besonders weite Ausdehnung besitzt, besteht aus einem rauchgrauen bis schwarzen, dichten, im Bruche flachmuschligen Kalkstein. Bei Villé in den Vogesen enthält der grüne Thonstein ein Lager von braunem dichtem Kalkstein mit Hornstein-Nieren und Bleiglanz-Knoten.

Interessant sind die in den oberen Etagen der Steinkohlenformation Grossbritanniens nachgewiesenen Einlagerungen von Süsswasserkalkstein, weil sie den Beweis liefern, dass die dortige Formation, obwohl sie nach unten den entschiedenen Charakter einer paralischen Bildung trägt, doch nach oben den limnischen Formationen immer ähnlicher wird. Wo also nur die oberen Etagen zur Ausbildung gelangt sind, wie diess vielorts in Shropshire der Fall ist, da findet auch kein wesentlicher Unterschied zwischen den dortigen und denen auf dem Continente so häufigen limnischen Kohlenbassins Statt. Murchison hat über diese Bildungen aus der Gegend von Shrewsbury in Shropshire sehr lehrreiche Beobachtungen mitgetheilt. Das Kalksteinlager ist dort 3 bis 8 F. mächtig, nach unten zellig und cavernos, auf den Höhlungen mit Kalkspath und Erdpech erfüllt, und hält Ueberreste von Cypris, Cyclas und anderen Süsswasser-Conchylien. Aehnliche Kalksteinlager sind von Phillips bei Ardwick unweit Manchester in Lancashire nachgewiesen worden.

Aber auch in der unteren Etage der Steinkohlenformation Grossbritanniens, also dort, wo die Schichten des eigentlichen Kohlenkalksteins vorwalten, hat man hier und da mitten in dem marinen Schichtensysteme Süsswasserkalksteine kennen gelernt. Einer der interessantesten Punkte, auf welchen wohl zuerst Hibbert im Jahre 1834 die Aufmerksamkeit lenkte, ist Burdiehouse bei Edinburgh. Dort findet sich unter Schieferthon und Sandstein, die von marinem Kohlenkalkstein bedeckt

*) Geinitz rechnet jedoch dasjenige Schichtensystem, welchem dieses Kalksteinlager angehört, schon zu der unteren Etage des Rothliegenden, wofür wohl auch manche Gründe zu sprechen scheinen. Geogn. Darst. der Steinkohlenformation in Sachsen, 1856, S. 68 f.

werden, ein 27 Fuss mächtiges Lager eines dichten, sehr homogenen Kalksteins, welcher auf seinen Schichtenwechseln viele Ueberreste von Lepidodendron, im Gesteine selbst aber zahlreiche Schalen von Cypris, von Süsswasserconchylien und anderen organischen Ueberresten enthält, welche sich nur auf limnische oder fluviatile Thiere beziehen lassen. — Dieses Vorkommen von Süsswasserkalk zwischen oder unter marinem Kalksteine, welches auch an anderen Puncten bekannt ist, beweist wohl, dass während der Bildung der Steinkohlenformation langsame Oscillationen der Erdoberfläche im Gange gewesen sind, durch welche abwechselnd tiefes Meer in seichtes Meer oder in Land, und umgekehrt, verwandelt wurde.

Wie in anderen Kalksteinformationen, so tritt auch hier und da im Gebiete des Kohlenkalksteins Dolomit mit allen den Eigenschaften auf, welche ihn gewöhnlich auszeichnen, indem er bald nur einzelne Schichten oder Stöcke, bald mächtige Etagen constituirt. Auch in den limnischen Kohlenbassins kommen bisweilen einzelne Dolomitlager vor.

So enthält der Englische Kohlenkalkstein bei Ormeshead in Flintshire viele Dolomitmassen, im mittleren Theile der Mendiphills (in Somersetshire) aber eine 60 Fuss mächtige Einlagerung von aschgrauem Dolomit. In Irland ist bei Skerries, 20 Engl. Meilen nördlich von Dublin, dem Kohlenkalksteine ein 8 Fuss mächtiges Lager von gelblichem, sehr krystallinischem, drusigem und cavernosem Dolomit eingeschaltet, dessen faust- bis kopfgrosse Höhlungen mit Kalkspath erfüllt sind; ein ähnliches Lager kennt man in der Gegend von Sutton; auch ist nach Griffith die oberste Etage des Irischen Kohlenkalksteins auf den Höhen bisweilen als Dolomit ausgebildet. — In Belgien wird nach Dumont der Kohlenkalkstein durch eine in der Mitte auftretende Dolomitbildung in drei Etagen abgesondert. Nach Le-Play bildet am Donetz im südlichen Russland bei der Poststation Toretzkaia Dolomit eine mächtige Ablagerung; derselbe ist ausgezeichnet krystallinisch, porös, in seinen Poren mit Rhomboëdern besetzt, hat die normale Zusammensetzung des Dolomites und geht ganz allmälig in dichten gelblichen Kalkstein über. Keine Spur eines eruptiven Gesteins findet sich in der Nähe, wie überhaupt nirgends im Bereiche der Donetzer Kohlenformation. Auch am Ufer der Wolnowakha oberhalb Stilia steht grauer Dolomit an. *Voyage dans la Russie mérid. IV, p.* 86. Am Waldai fanden Murchison und seine Begleiter einen gelblichen sandigen Dolomit, welcher flintähnliche Hornsteinlagen und dieselben Petrefacten umschliesst, wie der dortige Kalkstein. Endlich ist auch der Kohlenkalkstein Nordamerikas gar nicht selten in bedeutender Ausdehnung als Dolomit ausgebildet. — Im Döhlener Kohlenbassin unweit Dresden findet sich bei Schweinsdorf ein schmales Lager von dunkel rauchgrauem bis nelkenbraunem, feinkörnigem hartem Dolomit, der keine Spur von Parallelstructur erkennen lässt.

Eine weit seltenere Erscheinung als der Dolomit bildet der Gyps und der ihn zuweilen begleitende oder vertretende Anhydrit. Doch sind bereits beide Gesteine zum Theil in grosser Ausdehnung in einigen Territorien der Steinkohlenformation nachgewiesen worden. Namentlich sind es das nördliche Russland, Neuschottland und die nordöstlich vorliegende Insel Cape-Breton, wo der Gyps als ein wesentliches Glied dieser Formation auftritt.

Nach Verneuil kommen in Nordrussland, bei Pinega und an der Dwina, südlich von Syskaia, im Kohlenkalksteine so bedeutende Einlagerungen von weissem Gyps und Alabaster vor, dass die Dwina bei Zaborskaia 10 Lieues weit durch Gyps

fliesst*). — In Neuschottland und Neubraunschweig enthält die Kohlenformation in ihrem unteren Theile eine Etage, welche aus Gyps, Thon und rothen Mergeln besteht; man hielt diese Schichten anfangs für Glieder der permischen Formation bis Lyell den Beweis lieferte, dass sie der unteren Abtheilung der carbonischen Formation angehören**). Sie sind am besten an den Küsten der Fundy-Bai zwischen dem Fort Ellis und der Mündung des Shubenacadie aufgeschlossen, wo sie eine Mächtigkeit von mehr als tausend Fuss erreichen und durch die gewaltigen Fluthen der Fundy-Bai fortwährend entblöst werden. Am Big-Rock steht der reine weisse Gyps 600 Fuss mächtig an, und lässt sich von dort 12 Engl. Meilen weit verfolgen; unter ihm wechselt Anhydrit mit gelbem Schiefer und bituminösem Kalkstein. Da auch ausserdem Kohlenkalkstein häufig den Gyps begleitet und sogar mit ihm abwechselt, so glaubt Lyell, dass dieser Gyps eine ursprüngliche, und keine durch Umwandlung von Kalkstein entstandene Bildung sei. Reisen in Nordamerika, übers. v. Wolff, S. 336 f. Ganz ähnliche Verhältnisse sind auf Cape-Breton nachgewiesen worden, wo gleichfalls die untere Abtheilung der Kohlenformation stellenweise Gyps- und Anhydritlager enthält, welche zwischen Sandstein, bunte Mergel und Kohlenkalkstein eingelagert sind, und durch die Pflanzenreste der sie begleitenden Schieferthone, durch die thierischen Ueberreste der mit ihnen wechselnden Kalksteine als unzweifelhafte Glieder der Steinkohlenformation bezeichnet werden. Nach Rogers soll auch in Virginien, bei New-River, dem Kohlenkalksteine eine mächtige Gypsmasse nebst Steinsalz eingelagert sein. *Edinb. New Philos. Journ. vol. V*, 1857, *p.* 360. — Noch mag daran erinnert werden, dass nach Hildreth auch in der Steinkohlenformation von Ohio, bei den Salzwerken im Muskingumthale in grosser Tiefe Gyps erbohrt worden ist.

Dass Kochsalz in den tieferen Etagen mancher Territorien der Steinkohlenformation vorhanden sein möge, diess lässt sich wohl kaum bezweifeln. Da es jedoch noch nirgends leibhaftig und in grösseren Massen, als wirkliches Steinsalz, sondern nur durch Soolquellen nachgewiesen worden ist, welche möglicherweise auch aus älteren Formationen heraufdringen können, deren Salzführung namentlich in Nordamerika erwiesen ist (S. 285), so bedarf es vielleicht noch weiterer Beweise, ehe die Steinkohlenformation überhaupt als eine salzführende Formation mit Bestimmtheit aufgeführt werden kann; was übrigens auch nur für ihre paralischen Gebiete zulässig sein würde, weil die limnischen Bassins ausser dem Bereiche des Meeres gebildet worden sind.

Im englischen Steinkohlengebirge finden sich Salzquellen an einigen Puncten in grosser Tiefe, und bei Newcastle reich genug, um früher auf Salz benutzt worden zu sein. Die reichhaltigste dieser Quellen in der Birtleygrube am Wear enthält über 8 pro Cent, eine andere in der Jarrowgrube fast 6 pro Cent Kochsalz; sie lassen sich bis über Durham verfolgen, in welcher Gegend Salzquellen fast überall hervorbrechen, wo die Steinkohlenformation von Trappgängen durchsetzt wird. Auch bei Kingswood im Kohlendistricte von Bristol, und bei Ashby de la Zouch in Leicestershire kennt man Soolquellen, welche zwar alle nahe an der Gränze des Zechsteins und Buntsandsteins liegen, doch nicht nahe genug, um das

*) Neueren Beobachtungen zufolge dürften jedoch diese Gyps-Ablagerungen der permischen Formation angehören.

**) Allerdings kommen in denselben Gegenden auch rothe Sandsteine, Mergel und Gypse vor, welche der Trias angehören, wie Dawson gezeigt hat; so z. B. auf der Prinz-Eduards-Insel, auf den Magdalenen-Inseln und an mehren Puncten der Fundy-Bai. Vergl. Jules Marcou in *Bibl. univ. t.* 29, 1855, *p.* 105 und *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12. *p.* 148.

Salz aus diesen Formationen ableiten zu können. Vergl. v. Dechen und v. Oeynhausen in Karsten's Archiv V, 1832, S. 105, und Karsten, Lehrb. d. Salinenkunde, I. 1846, S. 111. Bei Sulzbach im Saarbrücker Kohlengebirge, bei Löbejün unweit Halle, und bei Zwickau in Sachsen sind gleichfalls Salzquellen bekannt, von welchen die letztere fast 15 p. C. Kochsalz, und überhaupt 25 p. C. an Salzen enthält. Kersten, im Journal für prakt. Chemie Bd. 35, 1845, S. 257. Bei Kreuznach brechen die Soolquellen aus Porphyr hervor, welcher von der Steinkohlenformation umgeben wird.

Im Gebiete der grossen Steinkohlenformation Nordamerikas sind zumal in Pennsylvanien, Ohio, Virginien, Kentucky, Illinois und Indiana an zahllosen Puncten Salzquellen erbohrt worden, zu deren Versiedung das Brennmaterial oft unmittelbar dabei gefördert wird. Im Staate Ohio wurden sie gewöhnlich 650 Fuss tief unter dem S. 454 erwähnten grauen Hornsteinlager, innerhalb der porösen krystallinischen Sandsteinschicht erreicht, welche dort überall die reichste Soole liefert. Viele dieser Soolquellen sind ausserordentlich reich an Bergöl und Kohlenwasserstoffgas, welches letztere oft mit grosser Gewalt aus den Bohrlöchern hervorbricht. Wenn nun auch vielleicht viele dieser Soolquellen der vereinigten Staaten aus den älteren, unter der Steinkohlenformation abgelagerten Formationen entspringen sollten, so möchte doch wohl ein Theil derselben wirklich aus der Steinkohlenformation stammen, welche ja auf der Insel Cape-Breton ebenfalls reich an Salzquellen ist, und in ihrer unteren Etage alle diejenigen Gesteine beherbergt, wie sie in den Steinsalz-Ablagerungen anderer Formationen bekannt sind.

§. 350. *Steinkohlen und Anthracit.*

Wir wenden uns jetzt zur Betrachtung desjenigen Materials, welchem die carbonische Formation sowohl ihren bezeichnenden Namen, als auch ihre hohe technische und nationalökonomische Bedeutung zu verdanken hat: zur Betrachtung der Steinkohlen, dieser mumisirten und verkohlten Ueberreste einer längst untergegangenen Pflanzenwelt, deren hundertfältig über einander gepresste Stämme gegenwärtig regelmässige, oft über viele Quadratmeilen ausgedehnte Gebirgsschichten bilden.

Dass wenigstens alle Steinkohlen und Anthracite der carbonischen Formation wirklich als umgewandelte vorweltliche Pflanzenmassen zu deuten sind, diess wird wohl gegenwärtig von Niemand mehr bezweifelt, obgleich mitunter in früheren Zeiten über ihre Abstammung und Bildungsweise ganz andere Ansichten ausgesprochen worden sind. Wir haben bereits im ersten Bande S. 654 und 782 einige Thatsachen angeführt, welche beweisen, dass auch die compacte Kohle, in welcher alle vegetabilischen Formen spurlos verschwunden sind, dennoch die vegetabilische Structur erkennen lässt, und wir brauchen nur noch daran zu erinnern, dass die schwarzen sogenannten Pflanzenabdrücke und die Rinden so vieler stammartiger Pflanzenformen doch eben nichts Anderes, als Steinkohle sind; dass alle diese unzweifelhaften Pflanzenreste millionenweise in der unmittelbaren Begleitung der Kohlenflötze vorkommen; dass nach Göppert's Beobachtungen auch inmitten der Kohlenflötze gar häufig noch deutliche vegetabilische Formen zu erkennen sind, und dass die Oberfläche dieser Flötze in dem darüber liegenden Gesteine bisweilen solche Formen abgedrückt hat; wir brauchen nur an alle

30*

diese Thatsachen zu erinnern, um die Ueberzeugung von dem vegetabilischen Ursprunge der Steinkohle auf eine unerschütterliche Weise zu begründen. Dazu kommt noch, dass sich vom Torfe und bituminösen Holze, durch die mancherlei Varietäten der Braunkohle und Steinkohle, bis in den vollendetsten Anthracit nach allen ihren Eigenschaften eine stetige und ununterbrochene Reihe verfolgen lässt, durch welche die fast unzersetzte Pflanzenmasse des Torfes mit dem steinartig erscheinenden Anthracite in den genauesten Zusammenhang gebracht wird, um auch den letzten Zweifel an der phytogenen Natur dieser Steinkohlen zu beseitigen.

Um jedoch auch die entgegengesetzten Ansichten nicht gänzlich mit Stillschweigen zu übergehen, mag bemerkt werden, dass C. v. Raumer (freilich vor 40 Jahren) den Gedanken aussprach, die ganze Reihe der kohligen Substanzen des Mineralreiches, vom Anthracite bis zu dem bituminösen Holze, sei nur »als eine Entwickelungsfolge nie geborener Pflanzen-Embryonen im Erdenschoose zu betrachten, welche mit dem Erscheinen der vollkommen ausgetragenen und ausgebildeten Pflanzenwelt aufhörte.« Andreas Wagner meint, die fossilen Pflanzen verhielten sich zur Steinkohle, wie die fossilen Conchylien zum Kalkstein; wie wenig der letztere seine Kalkerde den Conchylien, so wenig verdanke die Steinkohle ihren Kohlenstoff den Pflanzen; dieser Kohlenstoff wurde ursprünglich als solcher abgelagert, und »gleichzeitig mit diesen Kohlenstoff-Ablagerungen entwickelte sich aus diesen durch *generatio aequivoca* eine überaus zahlreiche und üppige Vegetation.« Geschichte der Urwelt, 1845, S. 32. Auch Krüger betrachtete die Steinkohle als ursprünglich schichtenweise abgesetzten Kohlenstoff, und N. Fuchs glaubte dieselbe Ansicht in der Weise geltend machen zu können, dass er annahm, die Steinkohle sei durch Zersetzung von Kohlensäure entstanden. Ueber die Theorieen der Erde, 1844, S. 19 f. Breislak bekannte sich wenigstens für den Anthracit zu einer ähnlichen Ansicht, obgleich er der gewöhnlichen Steinkohle einen vegetabilischen Ursprung zuschrieb; und auch Featherstonhaugh sprach sich für den Anthracit auf dieselbe Weise aus, während er gewisse Steinkohlenflötze, in deren Nähe keine Spur von Pflanzenresten vorkommt, für schichtenähnliche Ablagerungen von Bitumen erklärte. — Noch vor wenigen Jahren stellte Boutigny die Ansicht auf, dass alle fossile Kohlen, mit Ausnahme des Torfes und bituminösen Holzes, aus Kohlenwasserstoff entstanden seien, welcher anfangs als Gas und Dampf in der Atmosphäre existirte, später aber im tropfbar flüssigen Zustande, als Naphtha und Bergöl, auf die Erdoberfläche gelangte, wo er das Material der Kohlenflötze lieferte. *Comptes rendus, t.* 40, 1855, *p.* 456. Auch Rivière glaubt, wenigstens für gewisse Kohlenflötze, die Hypothese geltend machen zu können, dass ihr Material durch Zersetzung von Kohlenwasserstoff oder Kohlensäure geliefert worden sei, welche die Gesteinsschichten lange Zeit hindurch imprägnirten und immer wieder durch neu zuströmendes Gas ersetzt wurden; *ibidem, t.* 47, 1858, *p.* 646.

Was die Abdrücke von Pflanzenformen betrifft, welche die Steinkohlenflötze in dem sie bedeckenden Gesteine gebildet haben, so hat Göppert dergleichen zuerst von der Carl-Gustav-Grube bei Charlottenbrunn in Niederschlesien erwähnt; dort wird ein schmales Kohlenflötz unmittelbar von Sandstein bedeckt, dessen Unterfläche eine Menge Abdrücke von Lepidodendron-, Sigillaria- und Calamitenstämmen zeigt, welche von der Oberfläche des Kohlenflötzes hervorgebracht worden sind. Diese Stämme sind z. Th. entrindet, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass das Kohlenflötz aus ihnen gebildet wurde. An vielen Orten Oberschlesiens sind bei den dort befindlichen Tagebauen ganz ähnliche Flötzabdrücke im grossartigsten Massstabe auf lachterweite Erstreckung entblöst worden. Karsten's und

und v. Dechen's Archiv, Bd. 15, 1841, S. 746, und Uebersicht der Arbeiten der Schles. Ges. für vaterl. Cultur 1847, S. 54. Auch in Sachsen wurden von mir schon vor längerer Zeit auf dem Ebersdorfer Steinkohlenwerke die schönsten Flötzabdrücke beobachtet; viele Lachter weit konnte man im hangenden Schieferthone der dortigen Flötze die Abdrücke von Pflanzenstämmen verfolgen; sie lagen nach allen Richtungen durch einander, waren in ihrer plattgedrückten Form oft anderthalb Fuss breit, und schienen meist von *Lepidodendron ornatissimum* und einem Syringodendron abzustammen. — Dass sich endlich gar nicht selten, mitten in der compacten Kohle, die Form und die Sculptur von Pflanzenkörpern erkennen lässt, darauf ist von Göppert wiederholt verwiesen worden; besonders leicht erkennt man auf den matten Spaltungsflächen der Flötze die Formen von Stigmarien, Sigillarien und Lepidodendron, überhaupt von stammartigen Pflanzentheilen, obgleich solche meistentheils platt gequetscht und mehr oder weniger verunstaltet sind.

Ueber die Processe, durch welche jene vorweltlichen Pflanzenmassen, welche das ursprüngliche Material der Steinkohlen lieferten, in ihren gegenwärtigen Zustand versetzt worden sind, hat man verschiedene Ansichten aufgestellt. Die einfachste und natürlichste Ansicht ist wohl die, dass es ein äusserst langsamer, durch die höhere Temperatur der Tiefe unterstützter, und durch den Druck der aufliegenden Gebirgsschichten modificirter innerer Zersetzungsprocess war, welcher dabei die Hauptrolle gespielt hat. Dieser Zersetzungsprocess arbeitete wesentlich auf eine immer reinere Darstellung des Kohlenstoffs hin, indem die übrigen Elemente (Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff) aus ihrer ursprünglichen Verbindung mit ihm allmälig ausgeschieden wurden; daher stellt denn der vollkommenste Anthracit fast nur reinen Kohlenstoff dar, während die verschiedenen Steinkohlensorten noch mit bituminösen und flüchtigen Substanzen um so reichlicher versehen sind, je minder weit ihre Zersetzung fortgeschritten ist.

Dass bei dieser freiwilligen Entmischung der Pflanzensubstanz, welche als eine Art von Gährung, Verwesung, Vermoderung oder fauliger Verkohlung bezeichnet worden ist, auch Wasser, Schwefelsäure und andere Stoffe mit im Spiele gewesen sein werden, diess ist wohl nicht zu bezweifeln, so wenig, als dass sich die Pflanzenmasse während eines gewissen Stadiums ihrer Metamorphose gar häufig in einem weichen, plastischen Zustande befunden haben müsse. Dagegen ist die früher zuweilen laut gewordene Ansicht längst vergessen, dass es eine durch sehr hohe Temperatur bewirkte rasche Verkohlung, oder eine förmliche Durchglühung im verschlossenen Raume gewesen sei, wodurch die Steinkohle gebildet wurde. Ueber den Umbildungs-Process der Pflanzenmasse in Steinkohle spricht sich G. Bischof ausführlich aus in seinem Lehrb. der chem. Geol. II, S. 1773 ff.

Die seit undenklichen Zeiten eingeleitete und mehr oder weniger weit fortgeschrittene Zersetzung der in den Kohlenflötzen niedergelegten Pflanzenmassen giebt sich auch durch die Entwickelungen von Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäure und Bergöl zu erkennen, welche in so manchen Territorien der Steinkohlenformation bekannt sind, besonders aber in den Kohlen-Bergwerken durch die Aufschliessung der Kohlenflötze und die damit verbundene Aufhebung des Druckes veranlasst werden. Denn in der That sind jene flüchtigen Substanzen als wirkliche Zersetzungs-Producte der Steinkohlen zu betrachten, welche zwar seit Jahrtausenden gebildet und angehäuft, aber

abgesperrt unter dem Drucke des darüber lastenden Gebirges, nur einer Befreiung von diesem Drucke bedürfen, um aus den Kohlenflötzen entweichen zu können.

In dem Gebiete der Nordamerikanischen Steinkohlenformation, in Ohio, Pennsylvanien, Kentucky und Virginien strömt an zahllosen Orten aus den Bohrbrunnen der Salinen Kohlenwasserstoffgas, gewöhnlich in Begleitung von Bergöl, hervor; am reichlichsten gleich anfangs, nachdem die Brunnen erbohrt worden sind, während später die Gasentwickelung etwas schwächer wird. Die vielen Soolbrunnen des Kenawhathales in Virginien liefern auf diese Weise unermessliche Quantitäten von Kohlenwasserstoffgas, welches identisch mit dem in den Steinkohlenbergwerken entwickelten Gase ist, und jedenfalls aus tiefer liegenden Kohlenflötzen stammt: auch hat man wirklich an mehren Punkten tief unter den soolführenden Sandstein- und Mergelschichten noch Steinkohlenflötze erbohrt. — In den Tiefbauen der Steinkohlenwerke des Plauenschen Grundes bei Dresden entwickelt sich das Gas aus den frisch angehauenen Kohlenflötzen mit einem sehr auffallenden Geräusche, und ähnliche Thatsachen kennt man aus vielen anderen Kohlenwerken. Diese Exhalationen der Kohlenflötze, welche nach G. Bischof, ausser Kohlenwasserstoff, auch ölbildendes Gas und Kohlensäure (nach Playfair auch oft viel Stickgas) enthalten, vermischen sich mit der atmosphärischen Luft der unterirdischen Räume, und liefern dann die sogenannten schlagenden Wetter, durch deren Entzündung oftmals die fürchterlichsten Explosionen und Unglücksfälle verursacht worden sind. Unter gewissen Umständen wird fast nur Kohlensäure entwickelt, welche die sogenannten Schwaden bildet, und durch ihre erstickenden Eigenschaften auf andere Weise gefährlich wird. In denen seit längerer Zeit angehauenen Kohlenstössen sind nach Buddle diese Gasentwickelungen von dem Barometerstande abhängig, indem sie aus leicht begreiflichen Gründen bei geringem Luftdrucke sehr reichlich, bei starkem Luftdrucke sehr spärlich erfolgen*). — Dass auch Bergöl in manchen Steinkohlenwerken aus dem Gesteine ausschwitzt oder ausfliesst, ist eine bekannte Erfahrung; besonders die Sandsteinschichten sind zuweilen damit imprägnirt; bei Coal-Port in Shropshire wurde sonst täglich ein Oxhoft gesammelt, und in den Schächten von Dawley und The Dingle bildet das Bergöl förmliche Traufen, gegen welche die Bergleute durch Breter geschützt werden müssen.

Die Steinkohle oder Schwarzkohle unterscheidet sich in ihren verschiedenen Varietäten besonders dadurch vom Anthracite, dass sie leicht entzündlich ist und mit heller Flamme, mit starkem Rauche und einen auffallenden Geruche verbrennt. Man unterscheidet besonders Pechkohle, Kannelkohle, Grobkohle, Faserkohle und Ruskohle, dazu noch die sehr häufig vorkommende Schieferkohle, ausgezeichnet durch ihre dickschieferige Structur, welche wesentlich in der lagenweisen Abwechslung zweier oder mehrer verschiedener Kohlen-Varietäten begründet ist. In technischer Hinsicht erlangt noch der Unterschied der fetten, d. h. der an Bitumen und flüch-

*) Diese Abhängigkeit der Kohlenwasserstoff-Exhalationen von dem Barometerstande ist von Thomas Dorson, unter Berücksichtigung des von der Temperatur abhängigen Wetterzuges, genauer untersucht, und auf die Nothwendigkeit hingewiesen worden, bei solchen Kohlenbergwerken, welche dergleichen Gas-Entwickelungen besonders unterworfen sind, auch auf den Barometerstand und Thermometerstand sorgfältig zu achten. *Comptes rendus, t.* 43, 1856, *p.* 137 f. Ueber die Grubengase überhaupt ist nachzusehen G. Bischof, Lehrb. der chem. Geol. II, S. 1752 ff.

tigen Theilen sehr reichen, und der mageren, d. h. der sehr wenig bituminösen Kohle eine besondere Wichtigkeit; ein Unterschied, welcher mit dem der Sandkohle, Sinterkohle und Backkohle im genauesten Zusammenhange steht. Die sehr mageren Kohlen vermitteln den Uebergang aus der Steinkohle in den Anthracit.

In der Schieferkohle sind es sehr dünne Lagen von stark glänzender Pechkohle, welche mit Lagen von wenig glänzender Kohle, von schimmernder oder matter Grobkohle, bisweilen auch von Ruskohle abwechselnd verbunden, die schieferige Structur hervorbringen. Ursprünglich mag diess wohl dadurch veranlasst worden sein, dass abwechselnd verschiedenartige Pflanzentheile, oder auch, nach Burat's Vermuthung, dass abwechselnd reinere Pflanzenmasse, und durch schlammige Wasser verunreinigte Pflanzenmasse über einander abgesetzt wurden, indem diese kleinen Wechselschichten dem periodisch wiederkehrenden Wechsel der Jahreszeiten entsprechen dürften. *Comptes rendus, t.* 15, 1842, *p.* 213, und Nöggerath in Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 19, 1845, S. 759. — Was die Faserkohle betrifft, welche theils in vielfältiger Wiederholung lagenweise mit anderen Kohlensorten abwechselt, theils nur einzelne, oftmals aus eckigen Stücken bestehende Zwischenlagen der Flötzbänke bildet, so haben Daubrée, Schimper und Göppert gezeigt, dass sie als verkohltes Coniferenholz zu betrachten ist, dessen Fragmente mit in die anderen Pflanzenmassen hineingerathen sind. Nach Daubrée und Schimper lassen sich auf ihren Fasern unter dem Mikroskope die kreisförmigen Poren der Coniferenhölzer erkennen, wie diess auch von Göppert bewiesen wurde, welcher in der Faserkohle eine dem Araucarienholze ganz ähnliche Structur erkannte, und daher den betreffenden Baum mit dem Namen *Araucarites carbonarius* belegte. — Nach Dawson ist jedoch die Faserkohle nicht nur von Coniferen, sondern auch grossentheils von der Holzsubstanz der Axen der Sigillarien und Calamiten, sowie von den holzigen Gefässbündeln der Farne geliefert worden, während die Rindenhüllen jener Pflanzen die dichte Kohle gebildet haben. — Die merkwürdige Boghead-Kohle, von Bathgate in Linlithgowshire, ist allerdings von allen Steinkohlen sehr verschieden, und gewissermaassen ein Mittelding zwischen compacter Moorkohle und Brandschiefer; sie ist, wie Queckett erklärte, zwar ein mineralischer Brennstoff, aber keine eigentliche Steinkohle. In ähnlicher Weise sprach sich auch Göppert aus. Sie hält nicht selten Stigmarien, und liefert bekanntlich ein treffliches Leuchtgas.

Der Anthracit ist in seiner vollendetsten Form, wie er z. B. in den ausgezeichneten Varietäten aus dem Staate Rhode-Island vorliegt, als das letzte Product jenes Zersetzungsprocesses zu betrachten, durch welchen die Steinkohlen überhaupt gebildet wurden; als dasjenige Product, in welchem dieser Process sein eigentliches Ziel und Ende erreicht hat. Diese Normal-Varietät des Anthracites wird durch eine ununterbrochene Reihe von Zwischengliedern mit den eigentlichen Steinkohlen in Verbindung gebracht, von welchen Zwischengliedern diejenigen noch als Anthracite aufgeführt zu werden pflegen, welche sich theils in ihren äusseren Eigenschaften, theils darin dem Anthracite ähnlich erweisen, dass sie schwer entzündlich sind, und mit schwacher Flamme und wenig Rauch verbrennen. Eine scharfe Gränze lässt sich zwischen dem Anthracite und der Steinkohle gar nicht angeben, und es können daher die verschiedenen Flötze eines und desselben Bassins, ja es können sogar die verschiedenen Regionen eines und desselben Flötzes, theils als fette, theils als magere

Steinkohle, theils als Anthracit ausgebildet sein, je nachdem die der Entmischung günstigen Bedingungen durch die localen Verhältnisse, vielleicht auch durch die ursprüngliche Beschaffenheit der Pflanzenmasse, in einem geringeren oder höheren Grade geboten waren.

Dieses Verhalten erlangt deshalb einige Wichtigkeit, weil man früher geneigt war, den Anthracitflötzen ganz allgemein ein höheres Alter zuzuschreiben, als den Steinkohlenflötzen, während eine solche Altersbestimmung (welche auf der übrigens sehr richtigen Voraussetzung beruht, dass bei jenem Zersetzungsprocesse die Zeit einen Hauptfactor bildete) doch nur in einzelnen Fällen gerechtfertigt sein möchte. Die Beschaffenheit der Kohle liefert also kein Kriterium ihres Alters, und wo nur Flötze von sehr magerer Kohle oder von Anthracit vorkommen, da sind wir deshalb noch keinesweges zu der Folgerung berechtigt, dass das betreffende Schichtensystem der Uebergangsformation angehöre.

Dieselben Flötze bestehen nicht selten hier aus Steinkohle, und dort aus Anthracit. Im Bassin von Südwales führen die Flötze am westlichen und nördlichen Rande Anthracit, am östlichen und südlichen Rande bituminöse Steinkohle, in der Mitte aber solche Kohlensorten, durch welche die beiden Extreme mit einander in Verbindung gebracht werden. Nach Benson rücken die Trennungslinien dieser Kohlen-Varietäten in den tieferen Flötzen immer weiter nach Süden vorwärts, weshalb in diesen tieferen Flötzen der Anthracit eine immer grössere südliche Ausdehnung gewinnt. — In der südrussischen Steinkohlenformation am Donetz findet nach Le-Play ein ganz ähnliches Verhältniss Statt, indem die Flötze nach Osten fast ausschliesslich von Anthracit, nach Westen von bituminöser Steinkohle gebildet werden, ohne sich deshalb als ältere und jüngere Flötze unterscheiden zu lassen. Diese Thatsache ist auch von Murchison und seinen Begleitern vollkommen bestätigt worden. — Im östlichen Theile von Pennsylvanien sind die Kohlenflötze anthracitisch, im westlichen Theile bituminös, wie denn in den westlichen oder inneren Staaten meist nur bituminöse Kohle vorkommt. Daher haben sich Eaton Silliman, Harlan, Rogers, J. Hall und Weawer schon längst gegen die Ansicht ausgesprochen, dass die Anthracitregion Pennsylvaniens der Uebergangsformation zuzuweisen sei, wie Taylor, Featherstonhaugh und Andere meinten. In neuerer Zeit hat Lyell dieses Verhältniss mehrfach besprochen, und gezeigt, wie richtig die Ansicht von Rogers ist, dass die Nordamerikanischen Kohlenflötze in den westlichen Staaten, wo sie noch horizontal und ungestört liegen, am meisten bituminös sind, und von dort aus gegen die Alleghany-Kette hin allmälig immer magerer werden, je auffallendere Biegungen sie erleiden, bis sie endlich in dieser Kette selbst, bei stark gefaltetem und aufgerichtetem Schichtenbaue, als förmliche Anthracitflötze erscheinen. Dieser Zusammenhang zwischen den Störungen des Gebirgsbaues und der Abnahme des Bitumens berechtigt zu der Vermuthung, dass die flüchtigen Substanzen der Kohlenflötze durch die zahllosen, seit Jahrtausenden geöffneten Risse und Klüfte entweichen konnten, welche bei den gewaltsamen Dislocationen und Faltungen entstehen mussten, denen auch die Nordamerikanische Steinkohlenformation bei der Bildung der Alleghanykette unterworfen war; vergl. das im ersten Bande S. 940 stehende Profil.

In manchen Steinkohlenbassins wechseln Flötze von anthracitähnlicher Kohle mit bituminöser Steinkohle, oder kommen doch wenigstens Flötze von beiderlei Art vor.

So kennt man nach Virlet im Bassin von Creuzot Anthracitflötze mitten zwi-

schen Steinkohlenflötzen; in manchen Kohlenbassins liegen nach unten magere und anthracitische, nach oben dagegen fette und bituminöse Steinkohlen, während in anderen Bassins gerade das entgegengesetzte Verhältniss Statt findet. In dem Bassin von Mons z. B., wo nicht weniger als 115 Flötze in verschiedenen Höhen über einander liegen, liefern die oberen 50 Flötze die fetteste und beste, die folgenden 50 Flötze eine minder gute, und die letzten 15 Flötze eine sehr magere Kohle. Ein ähnliches Verhältniss findet sich bei Lüttich, bei Brassac in Frankreich und in anderen Gegenden. Ein Gegenstück zu diesen Beispielen liefert der bei Portes gelegene Theil des Kohlenbassins von Alais in Frankreich, wo die 4 unteren Flötze eine gut backende, die 6 mittleren Flötze eine wenigstens noch verkokbare Kohle liefern, während die 9 oberen Flötze eine durchaus magere Kohle enthalten. *Explic. de la carte géol. de la France, I, p.* 572.

Unter den accessorischen Bestandtheilen und Bestandmassen der Steinkohle ist vor allen der Eisenkies zu nennen, welcher meist als Pyrit eine eben so gewöhnliche als unwillkommene*) Beimengung derselben bildet, indem er theils eingesprengt, theils als Anflug, in Schnüren, Trümern und Lagen, oder in kleineren und grösseren Concretionen auftritt, oft auch so innig mit der Steinkohle gemengt ist, dass beide kaum zu unterscheiden sind. Nächst dem Eisenkiese erscheint nicht selten Bleiglanz, meist als lamellare Ausfüllung feiner Risse und Klüfte, bisweilen auch Kupferkies, auf dieselbe Weise oder in anderen Formen, und endlich Zinkblende. Alle diese Schwefelmetalle sind wohl aus schwefelsauren Salzen gebildet worden, welche, im Wasser aufgelöst, die Steinkohlenflötze durchdrangen und durch die Reaction der organischen Substanz einer allmäligen Zersetzung unterlagen.

Von erdigen Mineralien ist besonders der Kalkspath, bisweilen in schönen Drusen, an solchen Stellen ausgebildet, wo die Kohlenflötze eine Zerrüttung erlitten haben, oder von Spalten durchsetzt werden; seltener erscheint Braunspath auf ähnliche Weise; beide aber bilden ziemlich häufig papierdünne Ausfüllungen der Risse und Ablosungen der Kohle. Auch Gyps findet sich nicht selten in ganz kleinen sternförmigen Krystallgruppen; Baryt und Quarz, letzterer bisweilen als Faserquarz, sind minder häufige Erscheinungen, wogegen schwarzer Hornstein (Kohlenhornstein, Brand oder Schwül) in Lagen, Nieren und anderen Formen ziemlich oft angetroffen wird. Der Sphärosiderit, dieser so gewöhnliche Begleiter der Kohlenflötze, erscheint dennoch nur selten innerhalb der Kohle selbst. Auch Gerölle, und überhaupt Fragmente oder grössere Brocken anderer Gesteine, gehören zu den grössten Seltenheiten, während Nester, Schweife und Lagen von Schieferthon oder Thonstein die Kohle oftmals verunreinigen.

Im Döhlener Kohlenbassin ist Bleiglanz eine auf den Klüften der Steinkohle sehr gewöhnliche Erscheinung; ja Ullman fand ihn auf einem Stollen bei Niederhermsdorf so häufig, dass er sich in eine der Freiberger Bleigruben versetzt glaubte. Im Saabrücker Steinkohlengebirge sind nach Karsten die Klüfte der

* Der Eisenkiesgehalt ist nachtheilig, weil er die Kohle verunreinigt und für manche Feuerungen ganz unbrauchbar macht, weil er durch seine Zersetzung und Vitriolescirung die Kohle auflockert und zersprengt, und Selbstentzündungen der Flötze verursacht.

Steinkohle ganz gewöhnlich mit dichtem Dolomit ausgefüllt, dessen papierdün Lamellen die Kohle bisweilen so zahlreich durchschneiden, dass es schwer h ein ganz reines Stück Kohle herauszubringen. Das Vorkommen von Sphärosideri nieren innerhalb der Kohle wird z. B. aus dem Steinkohlengebirge von Decazevi (Aveyron) erwähnt; bei Bochum in Westphalen sind schmale Kohlenflötze se reichlich mit Sphärosiderit imprägnirt; ein Quarzgeschiebe aber hat sich einmal b Newcastle, auf Backworth Colliery gefunden.

Eine interessante und auch in technischer Hinsicht nicht unwichtige E scheinung ist die Zerklüftung der Steinkohle. Die meisten Kohlenflöt werden nämlich von ebenflächigen, glatten, bisweilen spiegelnden Klüft durchschnitten, welche fast rechtwinkelig auf der Flötz-Ebene, und d Streichlinie oder Falllinie ungefähr parallel, gewöhnlich aber ganz geschloss sind, und daher erst bei dem Zerschlagen der Kohle sichtbar werden, wen sie nicht mit fremdartigen Substanzen (Eisenkies, Bleiglanz, Kalkspath u. s. w erfüllt sind. Oft treten diese Klüfte nach beiden Richtungen so nahe beisam men und so zahlreich auf, dass sie zwei Systeme von parallelen Ablosunge bilden, welche, zugleich mit den Schichtungsfugen oder den Zwischenläge der Flötzbänke, eine würfelförmige oder doch parallelepipedische Absonderu der Kohle bedingen, dabei gewöhnlich auf bedeutende Distanzen eine constant Richtung behaupten, und daher selbst bei dem Kohlen-Abbaue berücksichtig werden müssen. Als ein von Karsten hervorgehobener, sehr merkwürdige Umstand verdient es erwähnt zu werden, dass diese Klüfte die zwischen de Flötzbänken vorkommenden Lagen von Faserkohle nicht durchschneiden sondern an ihnen absetzen*).

Die Ebenheit und oft spiegelglatte Beschaffenheit dieser Klüfte oder Ablosungen und die Regelmässigkeit ihres Verlaufes sind allerdings schwer zu erklären, wenn man bedenkt, dass es ursprünglich ein Haufwerk von Pflanzenmassen war, in welchem sie vorkommen. Man vermuthet, dass sie während der Austrocknung dieser einstmals taigartigen Pflanzenmassen entstanden sind. In einem kleinen Maassstabe wiederholt sich bisweilen diese Erscheinung in den verkohlten Rinden der Sigillarien, Calamiten und anderer Pflanzenstämme, und hier gewinnt ihre fast geometrische Regelmässigkeit ein ganz besonderes Interesse wegen ihres unverkennbaren Zusammenhangs mit der Pflanzenform. Denn in der That kann man diese kleinen Risse längs eines und desselben Stammes, immer unter denselben Winkeln sich schneidend, nach Richtungen verfolgen, welche eine sehr bestimmte Beziehung zu der Sculptur und Gestalt des Stammes erkennen lassen.

Eine pyramidale oder keilförmige Absonderung der Steinkohle, welche eben so in den Rinden der Sigillarien, wie in der dichten Kohle selbst, und bis zu einem Fuss Länge angetroffen wird, erwähnt Göppert als eine in mehren Kohlengruben bei Essen ziemlich allgemein vorkommende Erscheinung. Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande, XI, 1854, S. 249. Bisweilen finden sich auch tellerförmige Absonderungsflächen mit concentrischen Furchen oder Wellen. Weiss u. Carnall, Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 173.

---

*) Karsten, Untersuchungen über die kohligen Substanzen des Mineralreichs, S. 77. Es liefert diese Erscheinung ein Seitenstück zu der eigenthümlichen Structur des Kalkthonschiefers von Moutiers (S. 282).

Sowohl die Steinkohle als auch der Anthracit erscheinen gewöhnlich in mehr oder weniger mächtigen und oft äusserst regelmässigen *Flötzen*, selten in *stockähnlichen* Ablagerungen, welche dem Schieferthone oder dem Sandsteine eingelagert sind. Von den besonderen Verhältnissen der Zusammensetzung, der Form und der Lagerung dieser Gebirgsglieder wird weiter unten ausführlicher gehandelt werden.

§. 351. *Thoniger Sphärosiderit und andere Eisenerze.*

Nächst der Kohle dürfte wohl der *thonige Sphärosiderit* in technischer Hinsicht als eines der wichtigsten Materialien der carbonischen Formation zu betrachten sein, weil ein sehr bedeutender Theil der Eisenproduction mancher Länder auf seinem Vorkommen beruht. Auch gewinnt er deshalb ein besonderes Interesse, weil er oft reich an organischen Ueberresten ist, unter welchen sich namentlich die Pflanzenreste durch äusserst scharfe und deutliche Abdrücke auszeichnen.

Da die mineralogische Beschreibung dieses Sphärosiderites bereits im ersten Bande S. 650 gegeben worden ist, so haben wir es hier nur mit der Art und Weise seines Vorkommens zu thun. Er findet sich in *zweierlei* verschiedenen Formen: einestheils in runden, ellipsoidischen oder linsenförmigen, bisweilen langgestreckten *Nieren*, anderntheils in stetig fortsetzenden *Lagen* und *Schichten*, und zwar vorzüglich innerhalb derjenigen Schieferthonlager, welche das unmittelbar Hangende der Kohlenflötze zu bilden pflegen. Wie gewöhnlich übrigens das Vorkommen dieses Minerals ist, so giebt es doch manche Territorien, in welchen dasselbe nur selten gefunden, oder wohl auch gänzlich vermisst wird.

In Frankreich ist es z. B. fast nur das Bassin des Aveyron, wo der Sphärosiderit so häufig vorkommt, dass er zum Hohofenbetriebe benutzt werden kann. Das Bassin von St. Etienne enthält ihn nur an einzelnen Puncten, zumal bei le-Treuil, wo man drei bauwürdige Flötze von Sphärosiderit kennt, von denen zwei nur aus einzelnen Nieren bestehen; die grossen Steinkohlen-Reviere von Valenciennes, Alais, Creuzot und Autun sind fast ganz entblöst davon. In Sachsen fehlt er gänzlich im Döhlener Bassin, wogegen er im Zwickauer Bassin ziemlich häufig getroffen wird. In England wird er bei Newcastle fast gänzlich vermisst, während das Kohlenbassin von Südwales ihn in grosser Menge beherbergt, und in Staffordshire alle Hohöfen lediglich durch ihn unterhalten werden. Ausserordentlich reich ist auch das Saarbrückener Steinkohlengebirge sowohl an Nieren als an Lagern von Sphärosiderit; dort schliesst nach Warmholz das breite Thal zwischen der Eiweiler Höhe und dem Uebergangsgebirge einen solchen Reichthum von diesem Eisenerze ein, wie er anderswo nicht vorzukommen scheint, und giebt bei Otzenhausen, Braunhausen, Schwarzenbach, Castell und Birfeld zu vielen Tagebauen Veranlassung. Karsten's Archiv, Bd. 10, 1837, S. 411. Auch bei Gresaubach, Nonnweiler und Börschweiler beherbergt nach Steininger der Schieferthon eine unerschöpfliche Menge von Sphärosiderit, welcher meist durch Tagebau gewonnen wird. Schmidt hat die Flötze desselben von Lebach bis Weinsheim unweit Kreuznach aufgefunden, und in dem kohlenreichen Districte zwischen Otten-

weiler, Saarbrück und Sarrelouis giebt es wohl einige hundert Nierenflötze, welche den Bedarf für die dortigen Eisenwerke liefern.

Die Nieren des Sphärosiderits sind bald klein, bald so gross, dass sie einen Durchmesser von mehren Fuss erreichen, im Innern oft zerborsten und als Septarien ausgebildet, dabei nicht selten spaltbar nach ihrer grössten Durchschnittsfläche, welche der Schichtung des Schieferthons parallel liegt. Sie kommen selten vereinzelt, gewöhnlich in grosser Anzahl dergestalt vertheilt vor, dass sie, durch grössere oder kleinere Zwischenräume getrennt innerhalb eines und desselben bathrologischen Niveaus neben einander liegen, daher sie in den Querschnitten des Schichtensystems als reihenförmig geordnete, oder lagenweise vertheilte Nieren (Knotenflötze, *couches en chapelet*) hervortreten, und, wenn sie näher beisammen liegen, förmliche Nierenflötze bilden. Die Spaltung nach der Median-Ebene gelingt am besten, wenn sie einen Fisch- oder Pflanzenabdruck umschliessen, weil solche in derselben Ebene enthalten und ausgebreitet zu sein pflegen; wie denn überhaupt Ueberreste von Pflanzen, Fischen (in vollständigen Individuen), Sauriern und Koprolithen nicht selten vorkommen, welcher es auch erklärlich ist, dass sie bisweilen in der Mitte viel phosphorsauren Kalk enthalten. Auch beherbergen sie oftmals in ihrem Innern, zumal auf den Wandungen der Cavitäten und Zerberstungsklüfte, mancherlei krystallisirte Mineralien, unter welchen Quarz, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, sowie von Schwefelmetallen Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies zu erwähnen sind. Durch Zersetzung gehen diese Sphärosiderit-Nieren oftmals in braunen Thoneisenstein über, was gewöhnlich mit einer concentrisch-schaligen Absonderung verbunden ist.

In Bellsund auf Spitzbergen sind nach E. Robert die Sphärosiderit-Nieren oft vollkommen kugelrund, im Westphälischen und Saarbrückener Steinkohlengebirge nicht selten langgezogen, so dass sie, ausser der grössten Durchschnittsfläche, auch eine bestimmte Längsaxe erkennen lassen; doch dürfte die abgeplattet ellipsoidische oder lenticulare Form als die häufigste zu betrachten sein. Während übrigens in den meisten Kohlenrevieren, wo der Sphärosiderit überhaupt zu finden ist, Nieren und Lager zugleich vorkommen, so giebt es andere Reviere, in denen er nur in Nieren bekannt ist; wie z. B. nach Le Play in der südrussischen Steinkohlenformation am Donetz. — Die Sphärosiderit-Nieren, welche bei Fins (Allier) im Hangenden des zweiten Kohlenflötzes vorkommen, umschliessen nach Guillemin einen Kern, welcher sehr vorwaltend aus phosphorsaurem Kalk besteht.

Die Lager des Sphärosiderites bilden sich bisweilen dadurch aus, dass seine lagenweise geordneten Nieren immer grösser werden, immer näher an einander rücken, endlich seitwärts zusammenfliessen und in eine stetig fortsetzende Masse übergehen. Sehr häufig sind sie aber auch, ohne einen solchen Zusammenhang mit Nierenflötzen erkennen zu lassen, als regelmässige und weit ausgedehnte Parallelmassen zwischen den Schieferthonschichten zur Ausbildung gelangt. Auch diese Lager finden sich gewöhnlich in der Nähe der Steinkohlenflötze, bald über, bald unter denselben; sie besitzen keine sehr grosse Mächtigkeit, erlangen aber oft eine bedeutende Verbreitung, und treten

nicht selten in grosser Anzahl über einander auf. Bisweilen zeigen sie eine oolithische Structur, indem sie aus kleinen Kugeln von radialfaseriger Zusammensetzung bestehen.

Auch der sogenannte Kohleneisenstein, welcher besonders in Schottland (unter dem Namen *blackband*) sowie in Westphalen und in Nordamerika bekannt ist, findet sich in förmlichen, stetig ausgedehnten Lagern oder Flötzen. Derselbe unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Sphärosiderite durch eine sehr reichliche Beimengung von Kohlenstoff, weshalb er ein schwarzes, mattes Gestein darstellt, dessen Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul sich jedoch durch das hohe specifische Gewicht zu erkennen giebt.

Die Sphärosideritlager in der oberen Etage des Saarbrücker Kohlengebirges sind nach Schmidt und Warmholz meist nur 2 bis 3 Zoll, selten $^1/_2$ bis 1 Fuss mächtig, liegen aber oft zu 30, 50 und mehren über einander, indem sie durch Schieferthonschichten getrennt werden. In Südwales schwankt die Mächtigkeit dieser Lager von 2 Zoll bis zu 2 Fuss. Bei Decazeville (Aveyron) kennt man ein Sphärosideritlager von 1 bis 4 Meter Mächtigkeit, welches stellenweise *en chapelet*, oder als Nierenflötz, ausgebildet ist; wie denn dort überhaupt die Nieren häufig vorkommen, und ein reicheres Erz liefern, als die Lager. In Derbyshire kennt man ein 8 bis 10 Zoll starkes Sphärosideritlager, welches dermaassen mit Muscheln erfüllt ist, dass es den Namen des *muscleband* erhalten hat; auch bei Falkirk in Schottland finden sich dergleichen muschelreiche Lager. Bei Bochum in Westphalen kommen bis 2 F. mächtige Flötze eines mit 12 bis 35 p. C. Kohle gemengten Sphärosiderites vor, welcher ein schwarzes, mattes, dickschieferiges Gestein bildet, und von Schnabel Kohleneisenstein genannt worden ist. Poggend. Ann. Bd. 80, 1850, S. 441 f. Analysen solcher Kohleneisensteine gab Bischof in seinem Lehrb. der chem. Geol. B. II, S. 1833 ff. Er ist der Ansicht, dass diese Eisensteine aus einem an Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat sehr reichen und mit vegetabilischem Moder gemengten Sedimente entstanden, indem durch Reduction und gleichzeitige Bildung von Kohlensäure das Eisenoxyd in kohlensaures Eisenoxydul überging.

Dass die Bildung des Sphärosiderites mehr oder weniger durch die organischen Ueberreste der Steinkohlenformation bedingt worden sei, diess beweisen insbesondere die Nieren desselben, welche so häufig einen organischen Körper umschliessen, dessen Substanz offenbar das kohlensaure Eisenoxydul aus der umgebenden Schieferthonmasse concentrirt und zum Absatze disponirt hat, weshalb denn auch diese Nieren als entschiedene Concretionen zu betrachten sind.

Hunt hat durch eine Reihe von Versuchen gezeigt, dass die in Zersetzung begriffene Pflanzensubstanz nicht nur die Bildung von Eisenoxydsalzen verhindert, sondern auch das vorhandene Eisenoxyd in Oxydul verwandelt, welches sich mit der dabei zugleich gebildeten Kohlensäure verbindet.

In einigen Steinkohlenrevieren ist auch Rotheisenerz, in anderen Brauneisenerz nachgewiesen worden, welches letztere zum Theil aus der Zersetzung von Sphärosiderit hervorgegangen sein dürfte. So kennt man z. B. Rotheisenerzlager im Saarbrücker und Belgischen Steinkohlengebirge, Brauneisenerz ebenfalls in Belgien, in Südrussland und Nordamerika.

Bei St. Ingbert, Schiffweiler und Spiessen im Pfälzisch-Saarbrücker Kohlengebirge kommen Flötze von dichtem Rotheisenerz vor, welche $^1/_2$ bis 3 F. mächtig sind, und ein sehr gutes Eisenerz liefern. Bei Schlan in Böhmen umschliesst der Kohlensandstein Nester und Nieren von rothem Thoneisenstein, welcher den Sandstein selbst oft auf allen Klüften und Fugen roth färbt. Reuss, Kurze Uebers. der geogn. Verh. Böhmens, 1854, S. 56. In Belgien sind Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat so häufig, dass solche nach Omalius d'Halloy füglich mit unter den *roches principales* aufgeführt werden können; das Brauneisenerz bildet theils liegende Stöcke, theils langgestreckte Mulden, zumal auf der Scheidung des Kohlenkalksteins und der darüber folgenden Schichten. In Lancashire, Cumberland und im Forest of Dean führt der Kohlenkalkstein bedeutende Ablagerungen von Hämatit, welcher theils regelmässige Lager, theils Stöcke und Nester bildet. Im Kreis Wytegra, südlich vom Onegasee, finden sich Brauneisenerze in lockeren bunten Sandsteinen und Thonen unterhalb des dortigen Kohlenkalksteins; von Helmersen, Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 9, S. 567. Am Donetz in Südrussland dagegen bildet dasselbe Erz nur flache Nieren im Schieferthon und schieferigen Sandsteine, welche Gesteine selbst bisweilen mit Eisenoxydhydrat dermaassen imprägnirt sind, dass sie fast in Eisenstein übergehen. Nach Hildreth finden sich in Nordamerika, an der Gränze des grossen Kohlenfeldes des Ohio, ausgedehnte Lager von Brauneisenerz, welche sich vom Fusse der Cumberlandberge über die Quellen des Kentucky und des Cumberland-River bis nach Geauga County in Ohio, ja vielleicht bis an den Eriesee verfolgen lassen, und eine mittlere Breiten-Ausdehnung von 15 bis 20 Engl. Meilen besitzen. Am Genet's creek, 18 M. aufwärts von der Mündung des Scioto, liegt der Junior-furnace im Mittelpuncte dieser Eisenregion; dort kennt man drei Flötze, von denen das untere 18, das zweite bis 20 Zoll mächtig ist, während das dritte, welches auf einem Kalksteinlager liegt, eine Mächtigkeit von 5 Fuss erreicht, und aus dichtem, vielfach zerklüftetem und zerspaltenem Brauneisenerz besteht, dessen Cavitäten mit Stalaktiten von braunem Glaskopf erfüllt sind. Nach Max Braun finden sich die **Zinkerze** und **Bleierze** in der Gegend von Aachen zum Theil innerhalb der Schichten der Steinkohlenformation. — Die **Mercurerze** von Kusel und Moschellandsberg in Rheinbaiern kommen in den Sandsteinen der dortigen Kohlenformation vor; dasselbe ist der Fall mit den Mercurerzen, welche in Asturien gewonnen werden, und Lipold ist der Ansicht, dass auch die berühmte Lagerstätte des Zinnobers bei Idria dieser Formation angehört.

§. 352. *Eruptive Gesteine im Gebiete der Steinkohlenformation.*

Wie schon in die Uebergangsformationen so haben auch in die Steinkohlenformation bisweilen eruptive oder plutonische Bildungen eingegriffen, welche während der Periode und in dem Gebiete dieser Formation hervorgetreten sind, und daher in einem sehr genauen Zusammenhange mit ihr stehen, wogegen sowohl die älteren, als auch die jüngeren Bildungen der Art nur ganz zufällige Beziehungen zu denjenigen Steinkohlenbassins erkennen lassen, in deren Gebieten sie vorkommen.

Es sind besonders **Grünsteine** und gewisse **Felsitporphyre**, welche als solche **gleichzeitige** Bildungen vorkommen, indem theils ihre Lagerungsverhältnisse, theils die sie begleitenden Tuffe den Beweis liefern, dass sie wirklich in die Periode der Steinkohlenformation gehören und an ihrer Zusammensetzung einen mehr oder weniger wesentlichen Antheil nehmen. Da

..re Eruptions-Epochen nicht schon vor dem Anfange, oder erst nach dem ..de, sondern während des Verlaufes der carbonischen Periode eingetreten ..d, so müssen die *vorher* gebildeten *tieferen* Schichten der Steinkohlen-..mation von diesen plutonischen Gesteinen gangförmig durchsetzt und decken-..ig überlagert worden sein, während die *nachher* gebildeten höheren ..chten *über* ihnen abgesetzt wurden. Dabei kann das tiefere Schichten-..stem mancherlei *Störungen* seiner ursprünglichen Architektur und Lage-..g, sowie im *Contacte* mit dem eruptiven Gesteine gewisse *Verände-rungen* erlitten haben, von welchem Allen in dem oberen Schichtensysteme ..ts zu entdecken ist. Dagegen kann dieses letztere hier und da, besonders .. seinen untersten Schichten, Fragmente oder feineren Detritus des eruptiven ..steins enthalten, welche natürlich in dem ersteren vermisst werden; umge-..rt wird das eruptive Gestein selbst nur *solche* Fragmente umschliessen ..nen, welche dem *unteren*, früher gebildeten Schichtensysteme angehö-..n. Jedenfalls aber werden diese, in dem Gebiete der Steinkohlenformation ..ftretenden gleichzeitigen plutonischen Gesteinsmassen, in Folge ihrer späte-.. Bedeckung durch die oberen Schichten, als mehr oder weniger mächtige ..d mehr oder weniger regelmässige *Einlagerungen* des betreffenden Koh-..bassins erscheinen.

In manchen Fällen ist es schwierig, zu einer bestimmten Ansicht darüber zu ..elangen, ob eine solche Einlagerung wirklich als eine gleichzeitige und regelmäs-.. eingeschaltete, oder als eine spätere und gewaltsam eingeschobene Bildung be-trachtet werden soll. Diess ist z. B. der Fall mit dem berühmten Whin-Sill in ..mberland, und mit den vielbesprochenen Trapplagern in Derbyshire, deren ..gentliche Ausbildungsweise lange ein Gegenstand der Discussion gewesen ist, welche über den ersteren wohl noch zu keinem entschiedenen Resultate gelangen ..., da es allerdings etwas Widerstrebendes hat, dieses, von Helton in West-..oreland bis nach Tindale-Fell in Northumberland, ja sogar bis nach Newton, an ..r Ostküste des Landes, fortsetzende Trapplager für eine laterale Injection zu ..lten, welche zwischen die aufgelüfteten Schichten der Steinkohlenformation ..ngetrieben wurde. Dagegen ist man wohl jetzt ziemlich allgemein zu der Ueber-..gung gelangt, dass es sich mit den drei Trapp- oder Toadstone-Lagern im ..hlenkalksteine von Derbyshire wirklich so verhalte. — In allen solchen Fällen ..ird es besonders darauf ankommen, ob die von dem eruptiven Gesteine bewirk-..n Störungen und Veränderungen *nur* das *liegende*, oder *auch* das *han-gende* Schichtensystem betroffen haben.

Unzweifelhafte Einlagerungen von gleichzeitigen *Porphyren* finden sich z. B. in dem kleinen Kohlenbassin von Flöha, zwischen Freiberg und Chemnitz in Sachsen, und in dem Bassin von Brassac, an der Gränze der Departements der oberen Loire und des Puy-de Dôme in Frankreich*). Gleichzeitige *Grün-steine* oder *Grünsteintuffe* spielen aber nicht nur in Devonshire und im K..lenkalksteine von Irland eine wichtige Rolle, sondern sind auch aus man-..en anderen Gegenden bekannt.

* Wahrscheinlich gehören auch die Porphyre von Figeac und Fins hierher, obgleich ..wöhnlich für intrusive Bildungen gehalten werden.

Das Bassin von Flöha lässt vier Etagen unterscheiden, deren regelmässige Aufeinanderfolge sowohl durch natürliche Entblösungen als auch durch bergmännische Arbeiten ausser allem Zweifel gestellt worden ist. Die unterste Etage besteht aus Sandstein und etwas Schieferthon mit ein paar schmalen Kohlenflötzen, die zweite Etage aus Gneissconglomerat, die dritte aus quarzführendem Porphyr, und die vierte hat eine ähnliche Zusammensetzung wie die erste. Der Porphyr hat sich als eine, stellenweise bis 200 F. mächtige Decke über dem Gneissconglomerate ausgebreitet, dessen Schichten er gangförmig durchsetzte, und dessen Gerölle er zum Theil in sich aufnahm; auf seiner Oberfläche ist später wieder Sandstein abgesetzt worden, dessen tiefste Schichten nicht selten Porphyr-Detritus enthalten, während weiter aufwärts mehre schmale Kohlenflötze folgen. Geogn. Beschreib. des Königr. Sachsen, Heft II, S. 375 f. — Bei Brassac bildet der Porphyr ein etwa 30 Meter mächtiges Lager, welches nach Baudin so stetig und regelmässig zwischen den Schichten der Steinkohlenformation liegt, dass seine Gleichzeitigkeit mit dieser gewiss nicht bezweifelt werden kann, obgleich auch dort Gänge von Porphyr bekannt sind, welche ja nothwendig vorhanden sein müssen. *Explic. de la carte géol. de la France, I, p.* 648.

An der Südgränze der Steinkohlenformation von Devonshire, von Boscastle bis Tavistock, treten nach De-la-Beche zwischen den Sandsteinen, Schieferthonen und Schiefern der unteren Etage dieser Formation Grünsteine und Grünsteintuffe (*trapean ashes*) unter solchen Verhältnissen auf, welche ihre Gleichzeitigkeit mit den übrigen Schichten vollständig beweisen. Könnte man vielleicht auch an der Bildungsweise der schiefrigen Grünsteintuffe zweifeln, so würden diese Zweifel bei einer genauen Untersuchung von Brentor-Hill schwinden müssen, dessen Conglomerate aus schlackenähnlichen Stücken bestehen, und die grösste Aehnlichkeit mit den Schlackenconglomeraten der Vulcane besitzen. De-la-Beche glaubt daher, dass während der Periode der Steinkohlenformation bei Brentor ein Vulcan existirte, welcher Asche und Lapilli in das benachbarte Meer warf, wodurch die Tuffschichten gebildet wurden, während seine Lava- Eruptionen die Grünsteinlager lieferten. *Report on the Geol. of Cornwall etc. p.* 119 f. Wie in Devonshire die unterste Etage, so ist es bei Dudley in Staffordshire die oberste Etage der Steinkohlenformation, in welcher Trapptuffe und andere Schichten von Psammiten plutonischer Bildung (*volcanic grit*) auftreten. *Murchison, The Sil. Syst.* p. 468. — Auch im Gebiete des Kohlenkalksteins von Irland sind gleichzeitige Grünsteinbildungen bekannt. Der Croghan-Hill bei Philipstown besteht aus einem Conglomerate, welches von Kalkstein bedeckt wird; seine Grundmasse ist ein inniges Gemeng von Grünstein und Kalk, die eckigen und oft sehr grossen Fragmente bestehen aus Kalkstein, Grünstein und Lydit. Am Grange-Hill in der Bergreihe von Kildare (südwestlich von Dublin) liegt der Kohlenkalkstein auf Grünstein, welcher nahe an der Auflagerungsfläche des Kalksteins eine Menge organischer Ueberreste umschliesst (folglich als Grünsteintuff ausgebildet ist), während er weiter abwärts eine stetige Masse von wirklichem Grünstein darstellt. Auch in der Grafschaft Limerick sind die Wechsellagerungen des Kohlenkalksteins mit plutonischen Gesteinen an vielen Orten, zumal zwischen Pallis und Nicker, sehr deutlich zu beobachten. *Trans. of the geol. soc. V*, 1, *p.* 270 *f.* — Nach Dufrénoy wechselt bei Noyant (Allier) ein dunkler Grünstein, die sogenannte *roche noire*, zweimal mit dem Sandsteine und Schieferthone, welchen er so regelmässig eingelagert ist, dass man ihn als eine gleichzeitige Bildung betrachten muss. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I. p.* 307. — Die durch ihre organischen Ueberreste als Glieder der Steinkohlenformation charakterisirten grauwackenähnlichen Gesteine von Kreuth bei Bleiberg in Kärnthen stehen nach v. Hauer im innigsten Zusammenhange mit Grünstein und Grünsteinschiefer, welche so regelmässig mit ih-

nen wechsellagern, dass man geneigt sein möchte, sie für metamorphische Schichten zu erklären. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie, 1850, S. 278.

Zweites Capitel.

Geotektonische Verhältnisse der Steinkohlenformation.

§. 353. *Allgemeine Zusammensetzung und Gliederung der Steinkohlenformation.*

Obwohl die Steinkohlenformation in ihren verschiedenen Territorien eine mehr oder weniger verschiedene Zusammensetzung und Gliederung erkennen lässt, so wiederholen sich doch gewisse Verhältnisse in vielen Gegenden mit einer solchen Beständigkeit, dass sie als die charakteristischen Hauptzüge in dem geognostischen Bilde dieser Formation hervorgehoben zu werden verdienen. Dabei ist jedoch vor allen Dingen der S. 446 erläuterte Unterschied der paralischen und der limnischen Ausbildungsweise zu berücksichtigen.

Die paralischen Territorien der Steinkohlenformation sind im Allgemeinen durch das Vorkommen des Kohlenkalksteins und anderer mariner Schichten, durch die Abwesenheit von groben und polygenen Conglomeraten, durch ihre sehr bedeutende Ausdehnung und durch ihre, dieser Ausdehnung entsprechenden Lagerungsformen ausgezeichnet. Dabei pflegt der Kohlenkalkstein entweder vorwaltend die tiefste Etage zu bilden, oder doch wenigstens in der unteren Abtheilung des ganzen Schichtensystems aufzutreten, während in der oberen Abtheilung die marinen Gesteine und Fossilien allmälig verschwinden, und zuletzt nur noch Sandsteine, Schieferthone und Kohlenflötze die ganze Bildung beschliessen.

In einigen Territorien der Steinkohlenformation kommen zwar hier und dort sparsame marine Organismen vor, ohne dass doch der eigentliche Kohlenkalkstein zur Ausbildung gelangt ist; sie müssen sich an den Meeresküsten unter etwas anderen Verhältnissen gebildet haben, als diejenigen Territorien, in welchen der Kohlenkalkstein vorhanden ist.

Die limnischen Territorien der Steinkohlenformation werden dagegen durch die Abwesenheit des Kohlenkalksteins und aller marinen Fossilien, durch das nicht seltene Vorkommen von groben und polygenen Conglomeraten, durch ihre beschränktere Ausdehnung und im Allgemeinen einfach-bassinförmige Lagerung charakterisirt. Dabei bilden die Conglomerate sehr gewöhnlich und oft in grosser Mächtigkeit die tiefste Etage des ganzen Bassins, während weiter aufwärts Sandstein und Schieferthon vorzuwalten pflegen.

Ueberhaupt aber dürfte der, in der Zusammensetzung der paralischen und der limnischen Territorien hervortretende Unterschied mehr ein partieller als ein allgemeiner sein, indem er sich hauptsächlich nur in der verschiedenen Ausbildungsweise der unteren Abtheilung der Formation zu erkennen giebt, wo namentlich die Anwesenheit oder die Abwesenheit des Kohlenkalksteins als eines der wichtigsten und hervorstechendsten Verhältnisse zu betrachten ist.

Bei der Wichtigkeit, welche sonach der Kohlenkalkstein auch in diese Hinsicht gewinnt, wird es nothwendig, zuvörderst die Lagerungsformen dieses so bedeutungsvollen Formationsgliedes etwas genauer kennen zu lernen.

Der Kohlenkalkstein bildet theils für sich allein oder doch sehr vorwaltend weit ausgedehnte, nach Maassgabe ihrer Schichtenstellung als Decke oder als Zonen erscheinende Ablagerungen, theils setzt er, in beständiger Wechsellagerung mit anderen ihm coordinirten Gesteinen, ähnliche sehr verbreitete Schichtensysteme zusammen, theils erscheint er nur in der Form von untergeordneten Lagern und Stöcken.

Das erstere Vorkommen findet sich in Derbyshire und in anderen Gegenden des mittleren England, in Irland, Belgien, besonders aber in Russland und in Nordamerika, wo es in einem wahrhaft colossalen Maassstabe vorliegt. Die zweite Art des Vorkommens ist in Westphalen, im nördlichen England und in Schottland, in einer Etage des Irländischen Kohlenkalksteins und in manchen Gegenden Nordamerikas zur Ausbildung gebracht. Das Vorkommen in einzelnen Lagern und Stöcken endlich ist z. B. in Devonshire, in Oberfranken und in Schlesien nachgewiesen worden.

Die erste und die zweite Art des Vorkommens sind nicht selten mit einander verbunden, indem ein und dasselbe Schichtensystem, welches hier als eine fast reine Kalkstein-Ablagerung ausgebildet ist, in seiner weiteren Ausdehnung eine Menge Zwischenschichten von Sandstein und Schieferthon, oder von Thonschiefer und Kieselschiefer aufnimmt, bis endlich noch weiterhin das ganze Schichtensystem als eine, vorwaltend aus psammitischen und pelitischen Gesteinen mit untergeordneten Kalksteinschichten bestehende Ablagerung erscheint. Dieses Verhältniss, welches im Allgemeinen unter dem Gesetze der auskeilenden Wechsellagerung (I, 896) steht, gewinnt deshalb eine besondere Wichtigkeit, weil es den Beweis liefert, dass der Kohlenkalkstein, wenn er auch in manchen Gegenden als eine reine Kalksteinbildung von grosser Mächtigkeit erscheint, doch nicht von der Steinkohlenformation getrennt, sondern nur als ein eigenthümliches Formationsglied derselben betrachtet werden kann, welches hier zu einem einzigen, mächtigen Schichtensysteme zusammengehalten, dort aber in lauter einzelne, getrennte Schichten zerschlagen ist.

Es ist diese Erscheinung z. B. sehr ausgezeichnet in England, von Derbyshire aus nordwärts gegen die Schottische Gränze hin zu verfolgen; auch der Kohlenkalkstein des rechten Rheinufers, in Rheinpreussen und Westphalen, scheint von Ratingen über Hefel, Limbeck und weiter nach Osten hin, durch immer zahlreichere Einschaltungen von Thonschiefer und Kieselschiefer ein ähnliches Verhältniss zu entfalten.

Die ausgedehnteren Ablagerungen, welche bisweilen über Hunderte und Tausende von Quadratmeilen verbreitet sind, haben auch eine, dieser horizontalen Ausdehnung entsprechende mehr oder weniger bedeutende Mächtigkeit.

So erscheint der Kohlenkalkstein Englands in Südwales 500, im Forest of Dean 700, in Derbyshire zwischen 700 und 800, in Monmouthshire 1000, in der Gegend von Bristol an 1500 und in den Mendiphills z. Th. bis 2000 F. mächtig.

wobei jedoch die Zwischenbildungen mit eingerechnet sind; dagegen ist er in anderen Grafschaften, wie z. B. in Shropshire und Staffordshire theils nur stellenweise und mit geringer Mächtigkeit ausgebildet, theils auch gar nicht zur Ausbildung gelangt; (Coalbrookdale und Dudley). In Irland, welche Insel in ihrem Innern fast nur von Kohlenkalkstein gebildet wird, erlangt derselbe, mit allen seinen Zwischenschichten, eine Mächtigkeit, welche stellenweise mehr als 2000 Fuss beträgt. Die Kohlenkalksteinzone von Ratingen, am rechten Rheinufer, ist über 600 Fuss mächtig, und eben so zeigt diese Bildung auf dem linken Rheinufer, in der Gegend von Aachen, sowie in Belgien eine sehr bedeutende Dicke.

Welche grosse Verbreitung aber manche Territorien des Kohlenkalksteins erlangen, dafür mögen folgende Beispiele angeführt werden. In Irland kommt der Kohlenkalkstein, mit Ausnahme von Antrim, Derry und Wicklow in allen Grafschaften vor, breitet sich über einen Raum von mehr als 1000 Quadratmeilen aus, und bildet daher den grössten Theil der ganzen Insel, aber meist nur ebenes und flachhügeliges Land. Er hat dort überhaupt eine weit grössere Ausdehnung, als das über ihm liegende kohlenführende Schichtensystem, welches verhältnissmässig nur in wenigen Gegenden von Irland vorhanden ist. Fast eben so verhält es sich in Russland, wo der Kohlenkalkstein das bei weitem vorwaltende Glied der ganzen Steinkohlenformation bildet, und ungeheuere Flächenräume bedeckt, indem er sich von den Quellen der Wolga und Düna aus einerseits mit sehr grosser Breite über Twer, Moskau und Tula bis an die Oka, anderseits in einem schmäleren Zuge bis an die Küsten des weissen Meeres ausdehnt. Er setzt aber aus diesen Gegenden ostwärts unter den jüngeren Formationen durch ganz Russland bis an den Ural fort, an dessen westlichem Abfall, vom Uralflusse bis weit über den 60. Breitengrad, eine ununterbrochene Zone von Kohlenkalkstein zu verfolgen ist, während er weiterhin auch längs der Timankette hervorragt, daher man wohl behaupten kann, dass er im Europäischen Russland einen Raum von vielen tausend Quadratmeilen einnimmt. — In Nordamerika endlich, wo die paläozoischen Formationen überhaupt in einem so grossartigen Maassstabe ausgebildet sind, ist der Kohlenkalkstein in den Staaten Illinois, Indiana, Kentucky, Tennessee und Michigan, überall als eines der untersten Glieder der Steinkohlenformation bekannt, so dass auch dort seine Ausdehnung nach Tausenden von Quadratmeilen bemessen werden kann.

Von diesen, in einem so grossartigen Maassstabe auftretenden Ablagerungen des Kohlenkalksteins ausgehend, gelangen wir durch seine minder ausgedehnten lagerartigen Vorkommnisse zu seinen kleinsten Gebirgsgliedern, nämlich zu kurzen, stockartigen Lagern, welche hier und da den schiefrigen und psammitischen Gesteinen der unteren Abtheilung der Steinkohlenformation eingeschaltet sind.

Zu den noch sehr mächtigen und weit ausgedehnten Lagern lässt sich z. B. der schon vorhin erwähnte Kalksteinzug von Ratingen rechnen, welcher nur als die östliche Fortsetzung des Kohlenkalksteins von Cornelimünster bei Aachen, von Visé und Chokier in Belgien zu betrachten ist. Weit untergeordneter erscheint das Kalksteinlager von Silberberg in Schlesien, welches nur etwas über eine Stunde weit zu verfolgen und 70—80 F. mächtig ist; dasselbe gilt von dem Kalksteinlager bei Altwasser in Schlesien, und noch weit mehr von denjenigen Lagern und Stöcken, welche bei Trogenau, Regnitzlosau und anderen Orten in Oberfranken bekannt sind*). Auch in Devonshire, wo der Kohlenkalkstein gewöhnlich mit

*) Diese Kalksteine sind es, welche auf Section XX der geognostischen Charte des

schwarzen Schiefern wechsellagert, ist er nicht selten in einzelnen mächtigeren Lagern ausgebildet, welche sich im Streichen allmälig verschmälern und zuletzt auskeilen. Das bedeutendste dieser Lager ist jenes von Holcombe-Rogus, wo der blaulichgraue Kalkstein mit rothem Schiefer und mit Kieselschiefer wechselt, und dem gewöhnlichen Kohlenkalksteine Englands ganz ähnlich ist.

Obgleich nun der Kohlenkalkstein in solchen Ländern, wo er unbedeckt über grosse Flächen zu Tage austritt, und die ganze Kohlenformation vorwaltend repräsentirt, als eine selbständige Bildung erscheint, so ist er dennoch, in diesen, wie in allen anderen Fällen, als ein blosses Glied der paralischen Steinkohlenformation zu betrachten, welches eine den übrigen Gliedern coordinirte Stellung einnimmt, und mit ihnen die Eigenschaft theilt, bald mehr, bald weniger mächtig, bisweilen aber auch gar nicht ausgebildet zu sein. Diese Zugehörigkeit des Kohlenkalksteins zu der Steinkohlenformation wird nicht nur durch seine Wechsellagerung und innige Verknüpfung mit anderen Schichten derselben Formation, sondern auch insbesondere dadurch erwiesen, dass er gar nicht selten von Schichtensystemen unterteuft und getragen wird, welche schon alle Eigenschaften der Steinkohlenformation besitzen; (Irland, Belgien, Russland, Nordamerika.)

In manchen Gegenden ist ja der Kohlenkalkstein, wie bereits erwähnt wurde, nur in einzelnen Schichten ausgebildet, welche in vielfacher Wiederholung mit Sandstein, Schieferthon und Steinkohlenflötzen abwechseln. Bei solcher Ausbildungsweise liegt es klar am Tage, dass er keine selbständige geognostische Formation bildet, und dass er eben so wenig irgend einer anderen Formation zugerechnet werden kann. Am Crossfell in Northumberland ist z. B. die Hauptmasse des Kohlenkalksteins in 15 verschiedene Lager von 440 Fuss summarischer Mächtigkeit getrennt, welche durch bedeutende Zwischenmittel von Schieferthon abgesondert werden, so dass das ganze Schichtensystem über 1000 Fuss mächtig ist. Das Kohlengebirge von Schottland gleicht insofern dem der nördlichen Reviere von Northumberland, wiefern der Kohlenkalkstein nicht in einer ungetrennten Ablagerung, sondern nur in einzelnen Lagern ausgebildet ist, welche mit Sandstein und Schieferthon abwechseln; und so wiederholt sich in vielen Gegenden Grossbritanniens die Erscheinung, dass der Kohlenkalkstein mehr oder weniger häufige und mächtige Einlagerungen von Sandstein und Schieferthon umschliesst. Bei Marquise im Bas Boulonnais ist nach Verneuil der Kohlenkalkstein in drei Etagen ausgebildet, welche durch zwei mächtige, aus Sandstein, Schieferthon und Steinkohlenflötzen bestehende Zwischenmittel von einander abgesondert werden; *Bull. de la soc. géol. IX, p.* 389. Auch in Südrussland, am Donetz, finden ähnliche Verhältnisse Statt; denn während im Bassin von Moskau und in Nordrussland der Kohlenkalkstein eine einzige, mächtige und nur durch einige Thonlager unterbrochene Ablagerung bildet, so erscheint er am Donetz gewöhnlich als ein Inbegriff sehr vieler einzelner Kalksteinschichten, welche dem, aus Sandstein, Schieferthon und Kohlenflötzen bestehenden Schichtensysteme untergeordnet sind; ja nach Le-Play bilden diese Kalksteinschichten gar häufig unmittel-

---

Königreichs Sachsen grösstentheils als Stylastritenkalkstein aufgeführt, und bereits vom Grafen v. Münster und von Braun, sowie von Murchison und Sedgwick als Kohlenkalkstein anerkannt wurden. Münster, Beiträge zur Petrefactenkunde, III, 1840, S. 33, und Braun, Verzeichniss der in der Kreis-Naturalien-Sammlung zu Baireuth befindl. Petrefacten, 1840, S. VI. Murchison u. Sedgwick in *Trans. of the geol. soc.* [2], *vol. VI. p.* 296

bar das Dach oder die Sohle von Steinkohlenflötzen. In Nordamerika wiederholen sich dieselben Verhältnisse; während in einigen Gegenden das kohlenführende Schichtensystem und der Kohlenkalkstein scharf getrennt sind, erscheinen sie in anderen Gegenden durch Wechsellagerung zu einem einzigen Ganzen verbunden; in den westlichen Staaten bedeckt der Kohlenkalkstein ungeheuere Flächen, und wird auf mehr als tausend Engl. Meilen weit vom Mississippi durchschnitten; in Maryland dagegen ist er gar nicht selbständig entwickelt, sondern nur in einzelnen Schichten ausgebildet, welche dem Sandsteine untergeordnet sind. Auch in Ohio, Pennsylvanien und Virginien enthält das eigentliche kohlenführende System noch häufig eingeschaltete Schichten von Kohlenkalkstein mit marinen Conchylien, ja bei St. Louis in Illinois liegt ein 8 Fuss mächtiges Kohlenflötz mitten im Kalkstein.

Für die Unterteufung des Kohlenkalksteins durch andere Etagen der Steinkohlenformation mögen folgende Beispiele angeführt werden. Bei Bristol, im Durchbruche des Avonthales, sieht man nach Bright und Buckland deutlich, wie die mächtige Ablagerung des Kohlenkalksteins von grünen und schwärzlichen Schieferthonen getragen wird, welche stellenweise eine Mächtigkeit von mehr als 300 F. erreichen; denselben *lower limestone-shale* kennt man auch in den Mendiphills. Im östlichen Theile Schottlands wird nach Page der Kohlenkalkstein von einem Sandsteine unterteuft, welchen Maclaren *calciferous sandstone* nennt; in ihm liegen die, oben S. 464 erwähnten Süsswasserkalksteine von Burdiehouse und viele Schichten von Trapptuff, auch Kohlenflötze, welche jedoch in der Regel nicht bauwürdig sind. So finden sich nach Murchison bei Girvan in Ayrshire in der obersten Abtheilung dieses Sandsteins vier Kohlenflötze unterhalb des Kalksteins; *Quart. Journ. of the geol. soc. VII*, 1852, *p.* 142. In Berwickshire liegen sogar die ergiebigsten Schichten der Steinkohlenformation unter dem Kohlenkalksteine. In Irland wird der eigentliche Kohlenkalkstein, welcher dort durch den sogenannten Calp in zwei mächtige Etagen gesondert erscheint, von einer Sandsteinbildung getragen, welche im Mittel 600 F. mächtig ist, nach unten eine conglomeratartige Beschaffenheit hat, und stellenweise untergeordnete Schichten von Schieferthon, Kalkstein und sehr schlechter Steinkohle umschliesst. Dieser, von den irischen Geologen *yellow sandstone* genannte Sandstein wird nach Wright von einer, aus wechsellagernden Schiefern und Sandsteinen bestehenden Etage bedeckt, welche in Süd-Irland ein sehr charakteristisches Glied der Steinkohlenformation bildet, und von Wright *carboniferous slate* genannt wird; sie ist, eben so wie die nächst höheren Etagen, besonders durch das häufige Vorkommen von *Posidonomya Becheri* und *P. lateralis* ausgezeichnet. *The Nat. Hist. Review*, 1858, *July*, *p.* 159. In Belgien liegen nach Dumont unter dem Kohlenkalksteine glimmerreiche Sandsteine, welche einige Kalksteinlagen, nach oben auch ein Kohlenflötz enthalten, und nach ihren petrographischen und paläontologischen Eigenschaften schon der Steinkohlenformation zugerechnet werden müssen. Im mittleren Russland, am Waldai, bei Moskau, Tula, Kaluga u. s. w. liegen Sandstein, Sand, Thon und Schieferthon mit schlechten Kohlenflötzen, mit *Stigmaria ficoides* und anderen ächt carbonischen Pflanzen unter dem dortigen Kohlenkalksteine, mit welchem die Steinkohlenformation in diesen Gegenden zu Ende geht*). In mehren Staaten Nordamerikas, wie z. B. in Ohio, Kentucky und Indiana, wird die eigentliche Hauptablagerung des Kohlenkalksteins von einer mächtigen Sandsteinbildung (der sogenannten *Waverley series*) getragen, welche in verschiedenen Niveaus Kalksteinlager

* Neuerdings sind bei Sserpuchow, zwischen Moskau und Tula, zwei Kohlenflötze von 3 Fuss Mächtigkeit erbohrt worden. *Bull. de la Classe physico-math. de l'Acad. Imp. des* ... *t. XVI, p.* 47.

mit Krinoiden, Productus und Spirifer, gleichsam Vorläufer des höher aufwärts folgenden grossen Kalksteindepots umschliesst, und als ein wirkliches Glied der Steinkohlenformation charakterisirt ist. In Neuschottland und Neubraunschweig liegen nach Lyell und Dawson unter dem Kohlenkalksteine (und den ihn begleitenden Mergeln und Gypsen) graue Sandsteine und Schieferthone, z. Th. auch Plattenkalksteine und Conglomerate, welche keine marinen Fossilien, wohl aber Reste von Pflanzen, Fischen und Entomostraceen enthalten, und von 600 bis weit über 1000 Fuss mächtig werden. Dawson nennt diese Schichten *the lower carboniferous rocks.* Ihre Pflanzenreste bestehen aus *Lepidodendron elegans, L. Sternbergi* und *L. corrugatum,* deren entrindete Stämme oft ganz wie *Knorria imbricata* erscheinen; ferner aus *Stigmaria ficoides. Sphenopteris adiantoïdes, Schizopteris,* und besonders aus sehr vielen parallel gestreiften Blättern, welche Dawson unter dem Namen *Poacites* begreift. *The Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 15, 1859, *p.* 63 ff. In Neuyork, Pennsylvanien, Maryland und Virginien wird zwar diese untere Abtheilung der Kohlenformation meist durch rothe Sandsteine, Schieferletten und Conglomerate vertreten, welche weder Kalkstein, noch Gyps, bisweilen aber viele Ueberreste von *Productus* und *Spirifer* enthalten. Indessen bemerkt W. Rogers, dass diese mächtige Bildung am südöstlichen Rande der Appalachischen Kette, in der Nähe des Potomac, durch eine Kalkstein-Einlagerung getheilt wird, welche nach SW. an Mächtigkeit zunimmt, und bei New-River in Virginien über 1000 Fuss dick ist, wo sie auch Gyps und etwas Steinsalz umschliesst. Unter dieser Gruppe aber lässt sich auf mehre hundert Meilen weit eine mächtige Ablagerung von grauen Sandsteinen und Schieferthonen mit carbonischen Pflanzen und selbst mit einigen Kohlenflötzen verfolgen, so dass dort, ebenso wie in Neuschottland, unter dem Kohlenkalksteine eine ältere Etage der Kohlenformation nachgewiesen worden ist. *Edinb. new Phil. Journ. V,* 1857, *p.* 360.

Diese Beispiele dürften hinreichen, um die Ansicht zu rechtfertigen, dass der Kohlenkalkstein, ungeachtet seiner erstaunlichen Verbreitung und bedeutenden Mächtigkeit, doch nur als ein Glied der Steinkohlenformation zu betrachten ist, als ein Formationsglied, welches freilich nur da zur Ausbildung gelangen konnte, wo die Entwickelung der ganzen Formation an den Küsten oder auf dem Grunde des Meeres eingeleitet und längere Zeit fortgesetzt worden ist.

Die Gliederung des Kohlenkalksteins wird natürlich verschieden sein, je nachdem er als ein reines Kalksteingebilde von grösserer Mächtigkeit, oder in beständiger Wechsellagerung mit anderen Gesteinsschichten zur Ausbildung gelangt ist; im letzteren Falle erscheint er gar nicht mehr als eine selbständige Ablagerung, wogegen er im ersteren Falle entweder nach petrographischen und paläontologischen Merkmalen, oder auch nach eingeschalteten Zwischenbildungen verschiedene Etagen unterscheiden lässt.

Nach Dumont zerfällt der Kohlenkalkstein Belgiens in drei Etagen, von welchen die unterste aus Kalkstein, die mittlere aus Dolomit, und die oberste abermals aus Kalkstein besteht; beide Kalkstein-Etagen enthalten Nieren von schwarzem und grauem Hornstein, und gleichfarbige Schichten von Kieselschiefer, während die oberste Etage auch schon ein paar Kohlenflötze beherbergt. — Griffith giebt folgende Uebersicht von der Gliederung des Kohlenkalksteins in Irland: Ueber der vorhin erwähnten unteren Sandstein-Ablagerung, welche die dortige Steinkohlenformation eröffnet, folgt zuvörderst eine untere Kalkstein-Etage, welche in den mittleren und südlichen Grafschaften vorwaltend die Oberfläche des Landes bildet, und hauptsächlich aus dunkelgrauen und schwarzen, doch auch stellenweise aus rothen, weissen oder buntfarbigen Kalksteinen besteht. Diese Etage wird von

dem sogenannten Calp, einem Wechsel von schwarzem Schiefer, von dünnen Lagen unreinen Kalksteins und von Sandstein bedeckt, welcher 400 bis 1700 Fuss mächtig, oft reich an Nieren von thonigem Sphärosiderit und am besten an den Westküsten von Sligo und Leitrim entblöst ist. Endlich folgt der 500 bis 650 F. mächtige obere Kalkstein, welcher licht rauchgrau, reich an Lagen und Nieren von schwärzlichgrauem Hornstein, aber nur wenig verbreitet ist. — Auch der Kohlenkalkstein Russlands lässt nach Murchison, Verneuil und Keyserling drei Etagen unterscheiden, welche z. Th. durch besondere organische Ueberreste charakterisirt werden; der untere, besonders im Waldai entblöste Kalkstein ist meist dunkelgrau und bituminös, hält stellenweise untergeordnete Sandsteine und etwas Kohle, und ist reich an *Productus giganteus, P. antiquatus*, Krinoiden und *Chaetetes radians*; der mittlere Kalkstein von Moskau ist weiss oder hellgelb, oft sandigkörnig wie Grobkalk, und besonders durch *Spirifer Mosquensis* ausgezeichnet; der obere, an der Wolga entblöste Kalkstein ist weiss, muschlig im Bruche, z. Th. schiefrig, und wird vorzüglich durch *Fusulina cylindrica* charakterisirt, indem die Ueberreste dieser Foraminiferen-Species oft myriadenweise in ihm angehäuft sind.

Nur selten erscheint die Steinkohlenformation in ihrer paralischen Ausildungsweise mit dem Kohlenkalksteine geschlossen, wie diess z. B. in enem grossen Landstriche Russlands zwischen dem Waldai, Tula und Archangel, und in dem grössten Theile von Irland der Fall ist. Gewöhnlich lgen zunächst über dem Kalksteine mächtige Ablagerungen von Sandstein d Schieferthon, welche entweder gar keine, oder doch nur wenige und unbeeutende Kohlenflötze enthalten, (*millstone-grit*, flötzleerer Sandstein), ahrend sich noch weiter aufwärts, zugleich mit einer immer bedeutenderen Entwickelung des Schieferthons, die Kohlenflötze in grösserer Anzahl und ächtigkeit einstellen.

Diese oberen Stockwerke der paralischen Steinkohlenformation sind es aher, welche als die eigentlichen, oder doch als die vorzugsweise ohlenführenden Abtheilungen derselben in England unter dem Namen *al-measures* sowohl von dem *millstone-grit*, als auch von dem noch tiefer genden Kohlenkalksteine unterschieden werden. Nur äusserst selten lassen noch Spuren von marinen Organismen oder Gesteinen erkennen, während Millstone noch hier und da einzelne Schichten von Kohlenkalkstein, als die tzten Nachzügler der vorausgegangenen Bildung vorkommen. Landpflanzen, nd allenfalls noch Ueberreste von Süsswasserthieren, sind die vorwaltenden d charakteristischen Fossilien dieser obersten Abtheilung der paralischen teinkohlenformation, welche daher in ihren paläontologischen Charakteren, ben so wie in ihrer vorwaltend aus Sandstein, Schieferthon und Steinkohlentzen bestehenden Zusammensetzung eine grosse allgemeine Aehnlichkeit mit den limnischen Steinkohlenbildungen zu zeigen pflegt.

Die Sandsteine und Schieferthone dieser Abtheilung bilden mehr oder weger mächtige, in vielfacher Wiederholung über einander ausgebreitete Decken der Schichtensysteme, zwischen welchen die Kohlenflötze in verschiedenen Niveaus eingeschaltet sind, weshalb denn die einzelnen Flötze von einander durch Zwischenmittel von Sandstein und Schieferthon abgesondert werden,

welche eine Mächtigkeit von 10 bis 100 Fuss und darüber besitzen. Dabei erweisen sich die Schieferthone gewöhnlich als die nächsten Begleiter der Kohlenflötze, deren unmittelbares Liegendes oder Hangendes sie bilden, wie es denn auch besonders diese, nahe bei und zwischen den Kohlen liegenden Schieferthone sind, in welchen die Sphärosiderite am häufigsten vorzukommen pflegen.

Wie übrigens eine flötzleere Sandsteinbildung das eigentliche kohlenführende Schichtensystem unterteuft, so wird dasselbe auch bisweilen von dergleichen Sandsteinen bedeckt, in welchem Falle denn die ganze Formation mit einer flötzleeren oder doch sehr flötzarmen Etage zu Ende geht.

Auf diese Weise ist z. B. die Steinkohlenformation in einem grossen Theile von England, in Belgien und den zunächst angränzenden Gegenden Frankreichs, in Rheinpreussen und Westphalen, und in mehren Staaten Nordamerikas ausgebildet wo sich überall der Kohlenkalkstein, der flötzleere Sandstein und das eigentliche kohlenführende Schichtensystem in der hier aufgeführten Ordnung über einander gelagert finden, während nicht selten sowohl unter dem Kalksteine, als auch über dem kohlenführenden Systeme noch andere, schiefrige oder psammitische Gesteine ohne Kohlenflötze gelagert sind. Wo dagegen der Kohlenkalkstein, der Sandstein und der Schieferthon in beständiger Wechsellagerung ausgebildet sind, wo also in der Zusammensetzung der Formation keine Trennung mehrer, petrographisch verschiedener Hauptglieder ausgesprochen ist, wie z. B. in manchen Revieren von Northumberland und am Donetz in Südrussland, da pflegen auch die Kohlenflötze in unbestimmter Vertheilung zwischen den übrigen Schichten aufzutreten.

Die limnischen Steinkohlenbassins lassen sich ihrer Zusammensetzung nach im Allgemeinen mit den beiden oberen Etagen der so eben geschilderten paralischen Kohlenformation vergleichen. Während ihnen nämlich der Kohlenkalkstein fehlt, so wird der flötzleere Sandstein theils durch Conglomerate, theils durch Sandsteine und Schieferthone vertreten, welche zwar oft eine recht bedeutende Mächtigkeit erlangen, gewöhnlich aber noch keine bauwürdigen Kohlenflötze enthalten, bis endlich höher gelegene Sandsteine und Schieferthone mit mehr oder weniger Kohlenflötzen die ganze Bildung beschliessen. Doch kommt es auch vor, dass das flötzleere Substrat auf sehr wenige Schichten beschränkt ist; ja, man kennt Fälle, wo die ganze Bildung fast unmittelbar mit einem Kohlenflötze eröffnet worden ist.

Die etwa vorkommenden Kalksteine und Dolomite lassen im Allgemeinen eben so wenig irgend eine bestimmte Stelle der Einordnung erkennen, als solches von den verschiedenen eruptiven Gesteinen behauptet werden kann, welche der Steinkohlenformation hier und da eingelagert sind; jedes Bassin lässt in dieser Hinsicht, wie in so vielen anderen Verhältnissen seiner Zusammensetzung, besondere Regeln erkennen. Doch pflegen sich die Kalksteine, eben so wie die Sphärosiderite, fern von den Conglomeraten zu halten, und erst da einzufinden, wo die Sandsteine und besonders die Schieferthone sehr vorwaltend geworden sind.

Es wurde schon oben bemerkt, dass die Conglomerate nicht selten als wahre Grundconglomerate die unterste Etage vieler limnischen Steinkohlenbassins

zusammensetzen. In solchen Fällen ist wohl die ganze Bildung mit heftigen alluvialen Operationen eröffnet worden, durch welche der Grund des Bassins mit Fragmenten und Geröllen, überhaupt mit grobem Schutte der benachbarten Gesteine ausgefüllt wurde. Die so gebildeten Conglomerate pflegen aber nach oben immer feinstückiger zu werden, und allmälig in Sandsteine überzugehen, welche anfangs noch mit Conglomeratschichten wechsellagern, weiter aufwärts aber vorherrschend werden und Schieferthon zwischen sich aufnehmen, mit dessen Ueberhandnehmen endlich auch die Kohlenflötze eintreten. Die Grundconglomerate sind in der Regel noch ganz frei von Kohlenflötzen: dagegen finden sich zuweilen auch in den höheren Etagen Conglomerate ein, welche dort mehr oder weniger mächtige Schichtensysteme bilden, und die einzelnen Flötzzüge von einander absondern. In solchen Fällen können auch Kohlenflötze mitten zwischen Conglomeraten vorkommen, obgleich diess immer zu den seltneren Erscheinungen gehören wird.

Wo aber die Grundconglomerate fehlen, wo also gleich anfangs Sandstein und Schieferthon gebildet wurden, da lassen sich auch Kohlenflötze in einem verhältnissmässig tiefen Niveau erwarten; (Döhlener Bassin bei Dresden). Der seltene Fall, dass die ganze Formation unmittelbar mit einem Kohlenflötze eröffnet worden ist, findet sich z. B. in dem bei Niederwürschnitz unweit Stollberg gelegenen Theile des Erzgebirgischen Bassins verwirklicht, wo unmittelbar auf der sanft nach Norden einfallenden, zersetzten und gebleichten Oberfläche des alten Thonschiefers ein 5 bis 9 Ellen mächtiges, sehr reines Kohlenflötz ausgebreitet ist, welches nur stellenweise durch eine aus dunkelgrauem Sandstein und Schieferfragmenten bestehende Breccie vom darunter liegenden Schiefer getrennt wird; dieses Verhältniss findet daselbst auf grosse Distanzen Statt, wie die Baue im dortigen Steinkohlengebirge gelehrt haben. Auch bei Amaga, in der Südamerikanischen Provinz Antioquia, beginnt nach Degenhardt die Steinkohlenformation sofort mit einem 3 bis 6 Fuss mächtigen Kohlenflötze, welches dem Glimmerschiefer unmittelbar aufliegt. Dasselbe ist nach Lyell mit der (freilich weit jüngeren und wahrscheinlich jurassischen) Kohlenformation von Richmond in Virginien der Fall, wo das tiefste Flötz, oft bei grosser Mächtigkeit, unmittelbar auf Granit liegt. Die Erscheinung verdient, ungeachtet ihrer Seltenheit, einige Beachtung, weil sie nicht ganz unwichtig für die Theorie der Entstehung der Kohlenflötze ist.

Die Anzahl der Kohlenflötze ist sehr verschieden, nicht nur in verschiedenen Territorien der Steinkohlenformation, sondern auch oft in verschiedenen Regionen eines und desselben Bassins; auch kann ihre Bestimmung etwas unsicher werden, weil sie davon abhängt, wie weit man den Begriff Kohlenflötz ausdehnen, oder bis zu welcher Mächtigkeit abwärts man diesen Namen noch für eine aus Steinkohle bestehende Schicht oder Lage gelten lassen will. Gewöhnlich werden sehr schmale, nur einen oder ein paar Zoll mächtige und nicht weit fortsetzende Lagen gar nicht mitgezählt, und häufig nur diejenigen berücksichtigt, welche wenigstens stellenweise eine bauwürdige Mächtigkeit erlangen, was denn freilich wiederum sehr relativ ist.

Das Vorkommen nur eines einzigen Kohlenflötzes gehört zu den Seltenheiten; in der Regel sind ihrer mehre vorhanden, die in verschiedenen Abständen über einander liegen. In vielen Fällen kommen 3 bis 10, oder auch zwischen 10 und 20, in manchen Fällen 30 bis 50 und darüber, in einigen Fällen sogar 100 und mehr Flötze über einander vor. Doch schwanken die Zahlen, selbst innerhalb eines und desselben Bassins, von einer Gegend zur anderen, weil sich nicht selten schmale Kohlenlagen in ihrer weiteren Ausdehnung zu

förmlichen Flötzen vermächtigen, oder weil sich bisweilen Flötze, welche hier getrennt sind, dort zusammenlegen und zu einem einzigen Flötze vereinigen. Sehr häufig findet übrigens das Gesetz Statt, dass die Anzahl der Flötze und ihre mittlere Mächtigkeit zu einander in einem umgekehrten Verhältnisse stehen, indem die einzelnen Flötze bei sehr grosser Anzahl derselben nur wenig mächtig zu sein pflegen, wogegen sie oft grössere Mächtigkeiten zeigen, wenn sie in geringerer Anzahl vorhanden sind.

Wo aber eine etwas grössere Anzahl von Flötzen vorliegt, da erscheinen sie nicht selten innerhalb einzelner Etagen des ganzen Schichtensystemes zu Gruppen oder Zügen zusammengedrängt, welche durch mächtige flötzleere Etagen von einander getrennt werden.

Im Döhlener Bassin unweit Dresden kennt man z. B. 4, und im Bassin von Zwickau 9 bis 10 verschiedene Flötze; in Niederschlesien sind an verschiedenen Puncten 12 bis 80, in Westphalen eben so 20 bis 70 verschiedene Flötze nachgewiesen worden, von denen freilich manche nur eine geringe Mächtigkeit besitzen, dennoch aber, nach Küper, 61 als bauwürdige Flötze eine Gesammtmächtigkeit von 172 Fuss Kohle repräsentiren. Im südöstlichen Reviere von Bristol kennt man 37 Flötze mit 82 Fuss Kohle, am Fusse der Mendiphills 50 bis 60, sehr schmale und nur wenig bauwürdige Flötze, in Südwales nach Horner 84 Flötze von 1 Zoll bis 9 Fuss Mächtigkeit, und in Lancashire nach Binney nicht weniger als 120 Flötze. In Belgien finden sich nach Dumont bei Lüttich 85 Flötze, während deren bei Mons 115 bekannt sind; im Mittelrheinischen oder Pfälzer-Saarbrücker Kohlenbassin kennt man zwischen Bettingen und Tholey 164 Flötze mit einer summarischen Mächtigkeit von 338 Fuss; in Südrussland endlich, am Donetz, sollen nach Le-Play nicht weniger als 225 Ausstriche eben so vieler verschiedener Flötze von mehr als 400 Fuss Gesammtmächtigkeit bekannt sein. Dieses letztere Beispiel dürfte die grösste Zahl von Kohlenflötzen liefern, welche bis jetzt auf unserer Erde nachgewiesen worden ist, wenn sie nicht vielleicht noch von den Flötzen im Fürstenthum Schweidnitz übertroffen wird; wo in der Linie von Fürstenstein bis Albendorf die Zahl derselben auf 500 und vielleicht mehr noch berechnet werden kann, ohne die unzählige Menge kleiner und sich bald auskeilender Kohlenlagen. Leopold v. Buch, Geognost. Beobb. 1, 102.

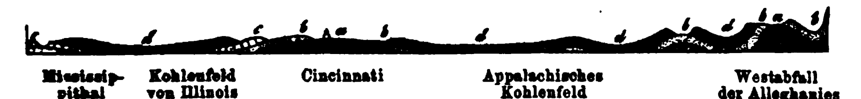
Wo sehr viele Flötze über einander vorkommen, da liegen sie oft nach oben näher beisammen, als nach unten, wie diess z. B. in Westphalen in den Mulden von Heisingen, Steele, Hörde u. a. O. der Fall ist.

§. 354. *Lagerungsformen und Architektur der Steinkohlenformation.*

Die Steinkohlenformation zeigt gewöhnlich eine bassinartige oder muldenähnliche Lagerungsform, welche jedoch, nach der Grösse des Areales und nach Maassgabe anderer Umstände, sehr verschiedentlich ausgebildet sein kann. Ihre paralischen Territorien erreichen oft eine erstaunlich grosse horizontale Ausdehnung, und bilden in solchem Falle mächtige Decken von fast horizontaler oder sanft undulirter Schichtung, welche sich jedoch an ihren Rändern ganz allmälig herausheben, weshalb dergleichen Territorien eine äusserst flache, und in sehr grossem Maassstabe ausgebildete bassinartige Lagerung darstellen. Werden sie irgendwo von Gebirgsketten begränzt, so pflegen

ihre Schichten am Fusse dieser Ketten stärker aufzusteigen, mehr oder weniger undulirt zu sein, bis endlich an die Stelle der regelmässigen und horizontalen Schichtung vielfache Mulden und Sattel, oder auch steil aufgerichtete, verticale und selbst überkippte Schichtenzonen treten. Auch können sich hier und da, selbst mitten innerhalb des horizontal ausgedehnten Gebietes, einzelne Zonen von steilerer Schichtenstellung, von sattel- oder muldenförmiger Beschaffenheit vorfinden.

So ist z. B. die Lagerung der grossen Steinkohlenformation Nordamerikas beschaffen. Während sie in den westlichen und inneren Staaten über Tausende von Quadratmeilen fast vollkommen horizontal liegt, hebt sie sich allmälig gegen die Alleghanykette heraus, zeigt dabei anfangs sanfte Undulationen, welche aber am westlichen Abfalle dieser Kette in starke Faltungen übergehen, so dass dort eine vielfache Mulden- und Sattelbildung vorliegt. Das nachstehende von Lyell entlehnte Diagramm giebt eine ungefähre Vorstellung von diesen Lagerungsformen der dortigen Steinkohlenformation.



a. Silurische Formation
b. Devonische Formation
c. Kohlenkalkstein
d. Kohlenführendes Schichtensystem.

Dieses Bild stellt nämlich einen, über 120 geogr. Meilen langen Durchschnitt des Landes, von den Ufern des Mississippi bis an den Abfall der Alleghanies dar, welcher von Westen nach Osten quer durch das Kohlenfeld von Illinois und durch das Appalachische Kohlenfeld bis in das steil aufgerichtete Schichtensystem der Alleghanykette reicht. Man sieht, wie die silurische, die devonische und die carbonische Formation, welche letztere besonders im westlichen Felde auch den Kohlenkalkstein erkennen lässt, gleichförmig gelagert auf einander folgen, und in der Nähe sowie im Gebiete der Alleghanies gleichmässig von denselben grossartigen Bewegungen der Erdkruste afficirt worden sind, welche weiter östlich in der Axe dieser Gebirgskette noch viel gewaltsamere Convulsionen des Schichtenbaues verursacht haben, wie solche das in doppelt grossem Maassstabe auf S. 949 des ersten Bandes dargestellte Profil andeutet. Westlich von den Alleghanies tritt dagegen die fast vollkommen horizontale Lagerung ein, indem nur durch die bei Cincinnati hervortretende sanfte Kuppel der silurischen und devonischen Formation ein schwaches Ansteigen der Schichten und zugleich eine Trennung der beiden grossen Kohlenfelder bewirkt wird.

Das Appalachische Kohlenfeld erstreckt sich nach H. Rogers von NO. nach SW. auf 156 geographische Meilen Länge, erlangt dabei eine grösste Breite von 40 Meilen, und besitzt einen Flächenraum von wenigstens 3000 Quadratmeilen. Der Ohio, der Alleghany und der Monongahela durchströmen den tieferen Theil dieses colossalen Kohlenfeldes, und haben die horizontalen Kohlenflötze durchschnitten, deren Ausstriche an den Thalgehängen oft mehre Meilen weit wie schwarze Bänder verfolgt werden können. Fast jeder Grundbesitzer kann dort auf seinem Lande mit Leichtigkeit ein Kohlenwerk anlegen, da er nur horizontal in die regelmässig gelagerten Kohlenflötze einzubrechen braucht. — Das gesammte bituminöse Kohlen-Territorium der Vereinigten Staaten aber, in welchem grossentheils diese fast horizontale Schichtung waltet, hat einen Flächenraum von mindestens 6250 geogr. Quadratmeilen. Denn, westlich von dem Appalachischen Kohlenfelde breitet sich in den Staaten Illinois, Indiana und Kentucky das fast eben so grosse Kohlenfeld

von Illinois aus, und nördlich von beiden liegt zwischen dem Huronsee und Mi
gansee das kleinere Kohlenfeld von Michigan*).

Auf ähnliche Weise ist die Lagerung der, grösstentheils mit dem Kohlenk
steine abgeschlossenen Steinkohlenformation des mittleren und nördlichen Rus
land beschaffen, welche gleichfalls mit horizontaler Schichtung über einen Ra
von mehren tausend Quadratmeilen zu Tage austritt, sich nach Osten unter
unermesslichen Decke der Permischen Formation verbirgt, um endlich am W
abfalle des Ural, als eine steil geneigte mächtige Schichtenzone hervorzutauch
Was die Appalachische Kette für die Nordamerikanische, das ist der Ural für di
Russische Steinkohlenformation, welche, mit Berücksichtigung ihrer zwar unsic
baren, aber unzweifelhaft vorhandenen östlichen Fortsetzung, einen noch grös
seren Flächenraum einnehmen dürfte, als jene transatlantische Bildung.

Auch in Irland findet diese ganz flache bassinförmige Lagerung in einem grossartigen Massstabe Statt, obwohl das ganze Schichtensystem stellenweise zu flach gewölbten Satteln und ähnlich gestalteten Mulden gefaltet, und auch an seinen Rändern mehr oder weniger aufgerichtet worden ist, wie solches nach Weaver unter Anderem in dem kohlenführenden Districte von Killenaule sehr deutlich beobachtet werden kann. Uebrigens stellen die wenigen, über dem weit verbreiteten Kohlenkalksteine vorhandenen kohlenführenden Sandstein-Ablagerungen meist sehr flache Bassins oder Mulden dar, welche dem Kalksteine ganz regelmässig aufgelagert sind.

An diese grössten Ablagerungen der Steinkohlenformation schliessen sich andere an, welche, obwohl von weit geringerer horizontaler Ausdehnung, doch noch eine so flache muldenförmige Lagerung besitzen, dass ihre Schichten auf grosse Strecken fast horizontal liegen, oder doch nur eine geringe Neigung erkennen lassen, welche gewöhnlich erst an den Rändern des Bassins in ein bedeutenderes Ansteigen übergeht.

Diess ist z. B. der Fall mit der Pfälzer-Saarbrücker Steinkohlenformation, welche, auf 12 Meilen Länge und 5 Meilen Breite entblöst, einen Raum von ungefähr 60 Quadratmeilen erfüllt, und eine im Allgemeinen ganz flache Mulde bildet, deren Schichten an der Nordgränze, von Metlach bis Bingen, 18 bis 20° südliches, an der Südgränze, von Saarbrück bis Lebach, eben so starkes nördliches Einfallen zeigen. Doch erleidet diese regelmässige Lagerung stellenweise durch Porphyre und Melaphyre bedeutende Störungen.

Auch die Oberschlesische Steinkohlenformation, welche zwar nur über einen Raum von 22 Quadratmeilen entblöst, aber vielleicht über einen viermal grösseren Raum vorhanden ist**), zeigt eine äusserst regelmässige Lagerung, indem sich das ganze Schichtensystem mit sehr geringem Fallen nach Norden einsenkt, und nur an seinem südlichen Rande mit etwas steilerer Schichtenstellung heraushebt; einzelne Stellen, wie z. B. die Gegend von Kobilau und Peterzkowitz, lassen allerdings Ausnahmen erkennen, indem die Schichten dort bis zu senkrechter Stellung aufgerichtet sind.

---

*) Nach Jules Marcou ist die Steinkohlenformation in Nordamerika innerhalb des Raumes zwischen Neufundland, Texas und der Vancouver-Insel mehr oder weniger, und oft in ganz erstaunlicher Verbreitung nachgewiesen, so dass sich ihr gesammtes Areal auf 8500 geogr. Meilen veranschlagen lässt. *Bull. de la soc. géol.* [2] *t.* 12, *p.* 848 ff.

**) Nach Krug v. Nidda dürfte das Oberschlesische Territorium überhaupt gegen 100 Quadratmeilen einnehmen. Neues Jahrb. für Min. 1856, S. 458.

Bei Zwickau und Niederwürschnitz in Sachsen, sowie ebendaselbst in dem kleinen Kohlenbassin von Flöha, und in dem Döhlener Bassin unweit Dresden findet im Allgemeinen eine ähnliche Lagerung Statt, obwohl besonders das letztere Bassin mancherlei bedeutende Störungen erfahren hat.

Bei vielen dieser flachen oder sanft gewölbten Mulden mag die mul-
r förmige Lagerung theils durch die bassinförmige Gestalt des Untergrundes,
eils durch die allmälige Compression und Verdichtung der, jetzt als Stein-
hle erscheinenden Pflanzenschichten, theils auch durch die, am Rande oft
ächtigere Entwickelung der aus Sandstein und Schieferthon bestehenden
wischenmittel bedingt worden sein.

Ganz anders erscheinen die Verhältnisse da, wo die Steinkohlenformation
n jenen grossartigen und gewaltsamen Bewegungen ergriffen worden ist,
welchen auch die Uebergangsformationen jene merkwürdige Lagerung und Ar-
itektur zu verdanken haben, von der oben S. 300 die Rede war. Dann sind
e, ursprünglich als horizontale Decken oder als flache Bassins abgesetzten
chichtensysteme zu vielen steilen Mulden und Satteln, zu fächerförmigen und
ebelförmigen Schichtenzonen zusammengefaltet worden, in welchen sich nicht
ten verticale, bisweilen sogar überkippte, immer aber eine mehr oder we-
ger stark aufgerichtete Schichtenstellung zu erkennen giebt; dann wird die
randiose Einfachheit der ursprünglichen Lagerungsform durch eine Manchfal-
keit von vielen einzelnen, in einander greifenden Specialformen ersetzt, und
ne oft äusserst complicirte Architektur hervorgebracht, in welcher sich ge-
hnlich noch folgende Gesetze nachweisen lassen:

1) dass die Flügel aller grösseren Mulden und Sattel ein gemeinschaftliches mittleres Streichen behaupten (vergleiche I, S. 889 und 945);
2) dass da, wo die beiden Flügel der Mulden eine auffallende Verschiedenheit des Fallens zeigen, das stärkere Fallen alle, nach derselben Weltgegend liegenden Muldenflügel betroffen hat, und
3) dass die Muldenlinien und Sattellinien (I, 888) in ihren geradlinig verlaufenden Theilen eine allgemeine schwache Einsenkung nach einer und derselben Richtung zeigen.

Die sehr steilen Muldenflügel sind bisweilen zu mehren kleineren Fal-
en zickzackförmig zusammengestaucht, wie es sich denn überhaupt sowohl in
en horizontalen als in den verticalen Querschnitten dieser Architektur gar
häufig kund giebt, dass die grösseren Mulden und Sattel kleinere Formen
erselben Art in sich verschliessen.

Während die Flügel aller Mulden und Sattel in der Regel einen gerad-
igen und regelmässigen Verlauf haben, so sind die Wendungen derselben
ewöhnlich als stetig gekrümmte halbumlaufende Schichtensysteme (I, S. 886),
isweilen auch als scharfe keilförmige Buchten und Jöcher ausgebildet. Eine
hnliche Verschiedenheit lassen auch die Muldenbäuche und Sattelrücken
wahrnehmen, welche gewöhnlich stetig gewölbt, zuweilen aber auch scharf
ekielt sind.

Dass diese, an und für sich schon so verwickelte Architektur noch au serdem durch spätere Zerstörung und Abtragung, durch das Eingreif jüngerer eruptiver Bildungen, und durch manche andere, vielleicht lan nach der Aufrichtung und Faltung eingetretene Bewegungen der äusseren Er kruste einen noch höheren Grad der Verwickelung erlangen konnte, und da es dann oft grosse Schwierigkeiten haben wird, die ursprüngliche Einfachh des ganzen Baues zur Vorstellung zu bringen, diess bedarf keiner weiter Auseinandersetzung. Durch die Zerstörung und Abtragung grösserer Partie sind nicht nur die sogenannten Luftsattel (I, S. 950), sondern auch häuf die, theils kleineren theils grösseren isolirten Bassins und Mulden entstan den, welche nicht selten in der Nachbarschaft grösserer Territorien der Stein kohlenformation angetroffen werden, mit denen sie ursprünglich in stetige Zusammenhange gestanden haben. Ja, es unterliegt wohl keinem Zweifel, da viele und sehr bedeutende, gegenwärtig isolirt erscheinende Mulden nur di vermöge ihrer tieferen Lage und sicheren Einbettung vor der Zerstörung be wahrt gebliebenen Ueberreste eines ehemals weiter ausgedehnten Schichten systems sind.

Die kleineren limnischen Kohlenbassins sind oft nach dem Schema ei ner einzigen, mehr oder weniger langgestreckten Mulde ausgebildet, dere Flügel wohl zuweilen eine fast gleiche, häufiger jedoch eine auffallend un gleiche Neigung besitzen. Dagegen kann auch in den grösseren Bassins de Art, zumal an beiden Enden, ein ziemlich complicirter Schichtenbau eintre ten, sobald überhaupt eine starke Aufrichtung des ganzen Schichtensystem Statt gefunden hat.

Eigentlich ist die ganze, so eben geschilderte Architektur als das Result grossartiger Störungen zu betrachten, denen die betreffenden Territorien de Steinkohlenformation unterworfen gewesen sind. Weil aber diese Störungen de ganzen Schichtenbau gleichmässig ergriffen und nach einem und demselben durch greifenden Gesetze umgestaltet haben, so schien es uns zweckmässig, die Resul tate derselben hier, bei der Betrachtung der allgemeinen Architektur der Steinkoh lenformation, zur Sprache zu bringen. Von anderen, mehr partiellen und localen Störungen wird weiter unten die Rede sein. Ihrer praktischen Wichtigkeit wegen dürfte es nicht überflüssig sein, diese Architektur durch einige Beispiele zu erläutern.

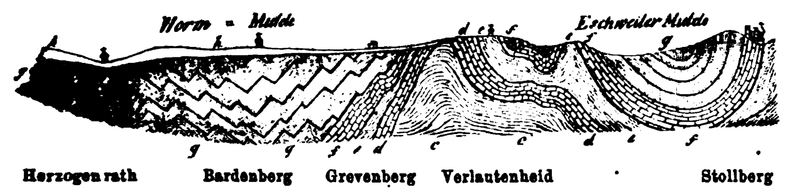
Die grosse, von Osten nach Westen streichende, an beiden Enden unter dem Meeresspiegel verborgene Mulde, welche die Steinkohlenformation in Devonshire und Cornwall bildet, zeigt nach den Schilderungen von Murchison und Sedgwick auf beiden Seiten ein steiles, jedoch ziemlich gleichmässiges Aufsteigen ihrer Flügel, ist aber in ihrem Innern zu zahllosen antiklinen und synklinen Zonen zusammen gefaltet, deren Axen, eben so wie die Schichten, fast genau von Osten nach We sten streichen*). *No words*, sagen die genannten beiden Geologen, *can exagge rate the number and violence of these contortions, sometimes in regular undulating curves, sometimes in curves broken at their points of contrary flexure, sometimes*

*) Diess bestätigt auch De-la-Beche; das ganze System, sagt er, ist gefaltet und zu lauter Satteln und Mulden gestaucht, welche fast ostwestlich streichen. *Rep. on the Geol of Cornwall etc. p.* 124.

though more rarely, thrown into salient and reentering angles. Dabei kommen Beispiele vor, wie z. B. sehr ausgezeichnet bei Mill-Hook an der Küste von Cornwall, dass Schieferschichten, welche zwischen mächtigen Sandsteinbänken liegen, stark gewunden sind, während der Sandstein nur eine einfache Aufrichtung erfahren hat; (I, S. 947).

Héron de Villefosse hat schon auf die merkwürdigen Verhältnisse der Westphälischen Steinkohlenformation aufmerksam gemacht, welche später sehr vollständig durch v. Dechen geschildert worden sind. Im Essen-Werdener Revier treten viele äusserst schmale Mulden und Sattel neben einander auf, welche alle von NO. nach SW. streichen, und deren Schichten wie lauter sehr langgestreckte ellipsoidische Wannen (*jattes ellipsoides*) in einander geschachtelt sind; *Richesse minerale, II,* 1819, *p.* 426. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich nach v. Dechen fast an der ganzen westlichen Gränze des dortigen Steinkohlen-Territoriums.

Das in der Gegend von Aachen an der Worm liegende Bassin der Steinkohlenformation zeigt eine sehr auffallende, durch vielfache Zickzack-Faltungen ausgezeichnete Structur, wie es das nachstehende, von Baur entlehnte Profil darstellt,



c. Grauwacke
d. Devonischer Kalkstein
e. Uebergangsschichten
f. Kohlenkalkstein
g. Kohlenführendes Schichtensystem
h. Braunkohlenformation.

in welchem auch die weiter östlich liegende Eschweiler Mulde erscheint, deren ursprünglicher Zusammenhang mit der Wormer Mulde gar nicht bezweifelt werden kann. Schulze hat bereits im Jahre 1822 folgende Momente als die wichtigsten Verhältnisse des dortigen Gebirgsbaues hervorgehoben:

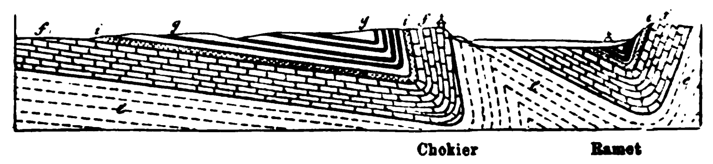
1) Wiederholte Sattel- und Muldenbildungen nach der Richtung NNW., beide sehr scharf, als Kämme und Graben erscheinend;
2) Parallelismus und steile Lage aller südlichen Muldenflügel, welche theils senkrecht stehen, theils 80° in N. oder 85° in S. fallen;
3) Flache Lage der etwa 30° in SO. fallenden nördlichen Flügel;
4) Allgemeine Einsenkung aller Mulden- und Sattellinien gegen Nordost.

Im Bardenberger Reviere liegen 13 Hauptsattel und Hauptmulden neben einander, welche in der Horizontalprojection äusserst spitze Zickzacklinien darstellen; ähnliche Verhältnisse treten in der Vertical-Ebene hervor.

Da das Westphälische, das Aachener, das Belgische und das angränzende Nordfranzösische Steinkohlenterritorium alle einem und demselben, von Dortmund bis Valenciennes 45 Meilen langen Zuge der grossen Nordrheinischen Steinkohlenformation angehören, so lässt sich erwarten, dass in Belgien und in den benachbarten Gegenden Frankreichs ähnliche Verhältnisse wiederkehren werden. Diess ist denn auch wirklich der Fall, und namentlich liefern diese Gegenden sehr auffallende Beispiele für die verschiedenartige Ausbildung der einander gegenüberliegenden Muldenflügel.

In der Mulde von Lüttich, welche bei einer Breite von 30,000 Fuss, in ihrem untersten Flötze die Tiefe von 3650 Fuss erreicht, fallen alle Flötze auf der Nordwestseite sehr flach und regelmässig; auf der Südostseite aber gehören senkrechte,

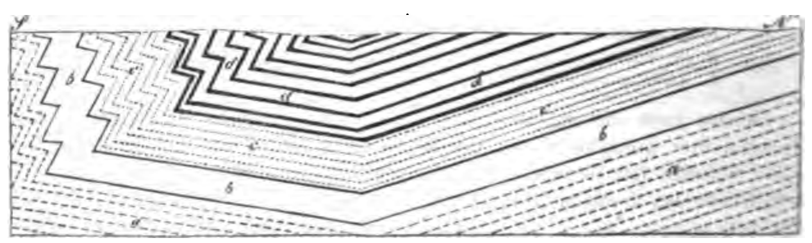
widersinnig geneigte und geknickte Flügel bei den tieferen Flötzen zur Regel während die höheren Flötze auch dort ihre flache Lagerung beibehalten. Bei Chokier, nahe am Ende des Lütticher Bassins, treten zwei Mulden hervor, von denen



e. Devonische Formation *i.* Alaunschiefer
f. Kohlenkalkstein *g.* Kohlenführendes Schichtensystem.

die eine bei Chokier selbst als eine heterokline (I, 885), die andere bei Ramet als eine amphikline Mulde ausgebildet ist; der flötzleere Sandstein wird dort fast nur durch Alaunschiefer vertreten.

Sehr merkwürdig ist auch die Architektur der grossen Mulde von **Mons**; sie streicht von Osten nach Westen, und lässt die drei Hauptglieder der dortigen Kohlenformation, den Kohlenkalkstein, den flötzleeren Sandstein und das eigentliche kohlenführende Schichtensystem erkennen, in welchem letzteren 115 schmale Flötze über einander liegen. In dem Profile durch Jemappe beträgt die Muldenbreite des tiefsten Flötzes 28,000 und die Muldentiefe desselben 5,500 Fuss; die Architektur des Ganzen lässt sich ungefähr durch nachstehendes Diagramm veranschaulichen.



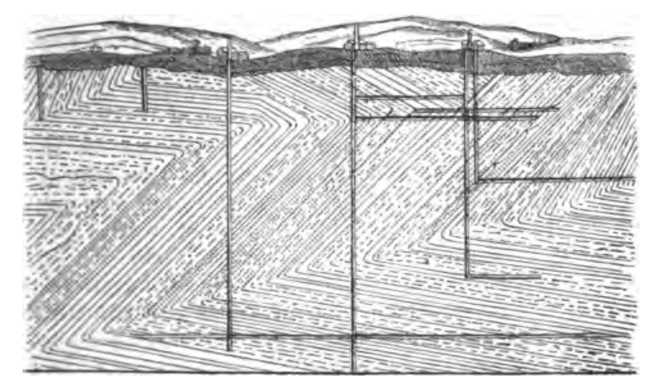
Ideales Profil der Mulde von Mons.

a. Devonische Formation *c.* Flötzleerer Sandstein
b. Kohlenkalkstein *d.* Kohlenführendes Schichtensystem.

Die Nordflügel steigen alle flach und sehr regelmässig auf; die Südflügel zeigen anfangs ein ähnliches Ansteigen, richten sich aber plötzlich zu einer sehr steilen Lage auf, und sind dabei in wiederholte zickzackförmige Falten zusammengestaucht, wodurch der übrigens sehr einfache Bau in diesem Theile äusserst complicirt wird. Zur Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung ist die Annahme fast nothwendig, dass die obere Hälfte des ganzen Südflügels durch eine gewaltige Kraft erhoben und nach Norden hinausgedrängt wurde. Da der flötzleere Sandstein, der Kohlenkalkstein und die Schichten der devonischen Formation dieselbe Lagerung zeigen, so war wohl jene Kraft keine andere, als diejenige, welche auch das Gebirge der Ardennen hob, und die wunderbaren Mulden und Sattel in der dortigen Uebergangsformation verursachte. Die Muldenlinie des tiefsten Kohlenflötzes liegt in vorstehendem Profile etwa 5000, und die Muldenlinie des Kohlenkalksteins 8000 Par. F. unter dem Meeresspiegel; (v. Dechen und v. Oeynhausen, in Karstens Archiv, Bd. X, S. 107 ff.).

Um das ganz Ausserordentliche dieses Gebirgsbaues noch mehr im Detail und in einer recht auffallenden Weise zu veranschaulichen, dazu wird die nachstehende Figur dienen, welche einen Theil des Bassins von Mons aus derjenigen

Region darstellt, wo die vorerwähnten Zickzackfaltungen im höchsten Grade Statt finden. Der Durchschnitt betrifft das Grubenfeld der Schächte von Ostenne und Piqueries, welche dieselben Flötze stellenweise drei Mal durchschnitten haben.



Die Schächte nebst einigen Strecken, sowie die Landschaft über Tage sind in das Bild mit aufgenommen worden, um dem Leser eine Vorstellung von den Dimensionen der einzelnen Falten zu verschaffen.

Die Zickzackstauchung giebt sich in eben so schroffen Formen im benachbarten Frankreich bei Valenciennes und Anzin zu erkennen, wo einige äusserst scharf gefaltete heterokline Mulden und Sattel neben einander liegen, welche sich auch in dem tiefer liegenden Kohlenkalksteine auf ähnliche Weise wiederholen.

Auch in dem Englischen Steinkohlengebirge sind ähnliche Erscheinungen bekannt. Bei Pitcot unweit Nettlebridge in dem Bassin von Bristol stehen die Schichten nach Buckland und Conybeare so vollkommen vertical, dass ein seigerer Schacht fast 500 Fuss tief auf einem und demselben Kohlenflötze abgeteuft werden konnte, und auf der Bilborough-Grube bei Vobster sind die Schichten Z-förmig geknickt, so dass ein und derselbe Schacht dasselbe Flötz drei Mal durchschnitten hat; zweimalige Durchschnitte der Art sind dort häufig vorgekommen. Dabei bemerken die genannten Beobachter ausdrücklich, dass bei Vobster die steil aufgerichteten Schichten des Schieferthons sehr stark gewunden sind, während die Kalkstein- und Sandsteinschichten noch ebenflächig erscheinen.

Uebrigens zeigen auch die grösseren und einfacheren Bassins Grossbritanniens ganz gewöhnlich die Erscheinung, dass die beiderseitigen Muldenflügel ein sehr verschiedenes Fallen besitzen. Das Steinkohlenbassin von Südwales, welches sich von der St. Brides Bay in Pembrokeshire bis nach Pontypool in Monmouthshire, 20 geogr. Meilen in westöstlicher Richtung erstreckt, und bei Swansea bis auf 4 Meilen ausbreitet, stellt eine einzige grosse Mulde dar, deren Nordflügel nur bis 10° in Süd einfällt, während der Südflügel bis 45° Fallen erreicht, und auch in mehre scharfe Sattel gefaltet ist; die westliche Muldenwendung liegt unter dem Meere; die östliche ist weit und halbkreisförmig ausgebildet. Genau östlich von dieser Mulde tritt das kleine Bassin des Forest of Dean auf, dessen Länge 2 Meilen in nordsüdlicher Richtung beträgt, und dessen Schichten auf dem Westflügel 10°, auf dem Ostflügel 80° fallen*). — Die Anthracitreviere Pennsylvaniens bestehen nach Rogers aus vielen langgestreckten Bassins, welche durch Sattel von einander

*) Dass alle diese, mehr oder weniger stark dislocirten Kohlen-Territorien Englands, Nordfrankreichs, Belgiens und Westphalens ursprünglich einem einzigen, weit ausgedehnten Bassin angehört haben, diess ist noch neulich von Austen gezeigt worden. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 12, 1856, *p.* 55.

getrennt werden, und jedenfalls die Resultate von Erhebungs-Katastrophen sind; jedes Bassin zeigt wieder in sich ähnliche Mulden, und stellt ein System von parallelen Falten dar. Im Bassin von Pottsville, wo die Schichten auf 50 Engl. Meilen weit im Streichen zu verfolgen sind, gilt die Regel, dass die Nordflügel aller Mulden steiler fallen, als die Südflügel. Alle die vielen Bassins sind aber offenbar nur als einzelne, durch Dislocationen getrennte Theile einer ehemals stetig ausgedehnten Ablagerung zu betrachten. *Second annual Report on the geol. Explor. of the state of Pennsylv.* 1838, *p.* 80.

Als eines der merkwürdigsten Kohlenbassins erwähnen wir noch das an der oberen Dordogne in Frankreich, welches nach Baudin sehr schmal, aber äusserst langgestreckt ist; denn bei 17 Lieues Länge besitzt es nur eine mittlere Breite von 1200 Metern, welche bei Champagnac bis auf 3000 M. wächst, bei Jalleyrac aber sogar bis auf 100 M. herabsinkt. Seine Schichten sind sehr steil aufgerichtet, umschliessen mehre Kohlenflötze, und bilden mehr eine langgestreckte, im Granite eingeklemmte Zone, als ein eigentliches Bassin in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes. Alle seine Verhältnisse bestätigen die Ansicht Elie-de-Beaumont's, dass die sämmtlichen kleinen Bassins des primitiven Centralplateaus von Frankreich ursprünglich einem weit ausgedehnten Steinkohlen-Territorium angehört haben, dessen einzelne Theile nur da rückständig geblieben sind, wo solche, in den Vertiefungen und Falten der primitiven Formation und des Granites eingesenkt oder eingeklemmt, vor der Zerstörung und Wegführung bewahrt wurden.

Dass die scharfen Biegungen und Faltungen der Schichten, an den Stellen der grössten Krümmung, also in den Sattelrücken und Muldenbäuchen nicht selten Zerreissungen und andere gewaltsame Zerrüttungen aller Schichten überhaupt und der Kohlenflötze insbesondere verursacht haben müssen, diess lässt sich erwarten, und ist auch in der That schon öfters beobachtet worden.

So gedenkt Héron de Villefosse einer steilen Mulde von der Grube Eggerbänke in der Grafschaft Mark in Westphalen, deren Bauch ganz zerrüttet ist, und ein wild durch einander gestürztes Haufwerk von Sandstein, Schieferthon und Steinkohlen darstellt. Auch auf der Grube General zeigte sich eine Mulde in der Nähe ihres Kieles sehr auffallend zerborsten und zerrüttet; *Richesse minerale, tab.* 27 *fig.* 8 und 9. Nach Schulze dürfte es in dem Kohlenreviere an der Worm bei Aachen nur wenige Sattel geben, deren Flügel nicht an der Stelle des Sattelrückens von einander gerissen und an einander verschoben wären; gewöhnlich hat der flachere Flügel den steileren zurückgedrängt, und sich an der Bruchspalte etwas herabgezogen. Nöggerath, Rheinland-Westphalen, I, 308. Eine wahrscheinlich ebenfalls hierher gehörige Erscheinung sind die sogenannten *slashes* in Pembrokeshire, kleine Mulden, welche in ihrer Tiefe aus zermalmtem Anthracit*) bestehen so findet sich bei Broadhaven ein solcher *slashe,* in welchem die zermalmte Kohlenmasse 16 bis 17 Faden tief aushält. Sie liegen stets auf Linien gewaltsamer Brüche, und sind wahrscheinlich Spalten, die mit dem Materiale der gegen einander gestauchten Enden der Anthracitflötze ausgefüllt wurden. *The Silurian System* *p.* 376. Ein Seitenstück zu diesen *slashes* liefert die im älteren Kohlengebirge der unteren Loire im Linneville-Schachte bei Montrelais nachgewiesene und mit dem Namen *plateur* belegte Bildung: eine Kohlenmasse von 60 bis 70 Meter Länge und 12 bis 15 M. Höhe, welche nach oben in zwei flötzartig gestalteten Massen aufsteigt, die in einer der höheren Strecken als zwei wirkliche Flötze erscheinen.

*) Die Kohlenflötze sind nämlich in Pembrokeshire fast alle von anthracitischer Natur.

Grosse Sandsteinblöcke mit polirter Oberfläche sind in die Kohle des *plateur* eingeknätet, dessen Entstehung Viquesnel dadurch erklärt, dass bei der Aufrichtung und Dislocation des Schichtensystems eine Höhle entstand, in welche die noch weiche Kohlenmasse mehrer Flötze eingepresst wurde. *Bull. de la soc. géol. 2. série, I, p.* 96*).

Die Steinkohlenformation wird natürlich in ihren verschiedenen Territorien eine sehr verschiedene Mächtigkeit zeigen. Kleinere Bassins enthalten gewöhnlich eine geringere Mächtigkeit ihrer Glieder, als grössere Bassins; die paralischen Territorien aber werden, nicht nur wegen der bedeutenden Grösse ihrer Gebiete, sondern auch wegen der Einschaltung des Kohlenkalksteins und der oft noch unter ihm liegenden Schichtensysteme, im Allgemeinen eine grössere Mächtigkeit erlangen können, als die limnischen Kohlenbassins. Wo daher die paralische Kohlenformation in ihrer ganzen Vollständigkeit entwickelt ist, da wird sie nicht selten eine summarische Mächtigkeit von vielen tausend Fuss aufzuweisen haben.

Binney veranschlagt die Gesammtmächtigkeit aller Schichten im Bassin von Lancashire auf 6600 Fuss; aus den vorher angegebenen Zahlen ergiebt sich, dass die Kohlenformation in Belgien bei Mons eine Mächtigkeit von mehr als 8000 Fuss besitzen muss. In Südwales schwankt die Mächtigkeit des kohlenführenden Schichtensystems zwischen 600 und 11000 F.; rechnet man noch hierzu 300 F., welche auf den Millstonegrit, und 2500 F., welche auf den Kohlenkalkstein und unteren Schieferthon kommen, so stellt sich die grösste Totalmächtigkeit auf 13800 F. heraus. Sie wird jedoch noch von der Kohlenformation in Neuschottland übertroffen, deren Dicke von Logan in der Gesammtheit aller ihrer Glieder auf 14570 F. berechnet wird. In den Vereinigten Staaten Nordamerikas dürfte die Mächtigkeit nicht viel geringer sein, obgleich sich dort im Gebiete der Steinkohlenformation ein ähnliches Verhältniss herausstellt, wie es oben S. 369 und 397 für die Uebergangsformationen erwähnt worden ist, dass nämlich viele der Conglomerat- und Sandsteinmassen von Osten nach Westen allmälig zur Auskeilung gelangen, wogegen der Kohlenkalkstein besonders im Westen vorhanden ist. *Lyell, Manual of elem. geology. 5. ed. p.* 394. Die grösste bis jetzt nachgewiesene Mächtigkeit hat wohl die Saarbrücker Kohlenformation, in welcher, wie v. Dechen durch wiederholte Aufnahmen gefunden hat, das tiefste, in der Gegend von Duttweiler bekannte Kohlenflötz, bei Bettingen, nordöstlich von Saarlouis, bis zu 19406 und 20656 Fuss unter den Meeresspiegel hinabreicht; also bis zu einer Tiefe, welche der Höhe des Chimborazo über dem Meeresspiegel gleichkommt, und in welcher die Erdwärme über 200° betragen würde, dafern sie auch in so grossen Tiefen noch gleichmässig zunehmen sollte. Kosmos, I, S. 419.

§. 355. *Geotektonische Verhältnisse der Steinkohlenflötze***).

Die Steinkohle bildet in der Regel stetig fortsetzende Schichten oder Lager, die sogenannten Kohlenflötze, welche sich nur durch ihr Material

* Später gab Viquesnel (*ibid. VI, p.* 12 f.) weitere Nachrichten über den *plateur*, und beschrieb noch andere Erscheinungen aus demselben Kohlenreviere, welche die Richtigkeit der Ansicht bestätigen, dass die noch weiche und nachgiebige Kohlenmasse bei der Dislocation des Schichtensystems oftmals eine Ortsveränderung (*déplacement*) erfahren habe.

** Das Meiste, was in diesem Paragraphen von den Flötzen der eigentlichen Steinkoh-

von den übrigen Schichten der Formation unterscheiden, in ihrer Ausdehnung und Lage aber gerade so verhalten, wie diese. Sie treten in grösseren oder kleineren Intervallen zwischen den Sandstein- und Schieferthonschichten auf, welche die kohlenführenden Etagen der Formation vorzugsweise zusammensetzen, und erscheinen daher im Querschnitte wie mehr oder weniger breite, parallele, weit fortlaufende schwarze Bänder, durch welche das, gewöhnlich hellfarbige Schichtensystem von Distanz zu Distanz unterbrochen wird. Ihre Mächtigkeit ist sehr verschieden, von einem Zoll bis zu 10, 20 und mehren Fuss; die ganz schmalen Kohlenschichten, welche auch gewöhnlich nicht weit fortsetzen, werden als Kohlenschmitzen, Kohlensäume oder Kohlenlagen von den eigentlichen Kohlenflötzen unterschieden.

Die Stetigkeit und Regelmässigkeit ihrer Ausdehnung ist oft erstaunenswerth, indem sie als vollkommene Parallelmassen mit ebenen Begränzungsflächen auf grosse Distanzen hin verfolgt werden können, nicht selten fast spiegelglatte Ablosungsflächen besitzen, und sich ununterbrochen über Räume von vielen Quadratmeilen ausbreiten. Doch kommen auch Flötze vor, welche eine mindere Regelmässigkeit und eine geringere Ausdehnung zeigen, oder auch so unstetig ausgebildet sind, dass statt eines eigentlichen Flötzes nur ein flötzartig ausgebreitetes System von lenticularen, ellipsoidischen oder anders gestalteten Kohlenstöcken zu erkennen ist.

Im Pfälzisch-Saarbrücker Steinkohlengebirge setzen nach Schmidt sogar manche schmale Kohlenflötzchen mit bewundernswerther Stetigkeit fast durch den ganzen Bereich des Bassins, und auch im Westphälischen Kohlengebirge zeichnen sich nach v. Dechen die Flötze durch ihr grosses Aushalten im Streichen, durch ihren ununterbrochenen Verlauf quer durch alle Mulden und Sattel, und dadurch aus, dass sie auf meilenweite Distanzen dieselbe Mächtigkeit und Beschaffenheit behaupten. In Oberschlesien ist nach v. Oeynhausen die Regelmässigkeit der Flötze ganz erstaunlich; sie streichen oft auf mehre hundert Lachter weit genau in derselben geraden Linie, haben vollkommen parallele Begränzungsflächen, und liegen einander auch völlig parallel. — Am Donetz in Südrussland zeigen zwar die Flötze nach Le-Play im Allgemeinen keine so weite und stetige Ausdehnung wie in anderen Gegenden; desungeachtet lassen sich am rechten Ufer des Krivoi-Toretz dieselben Ausstriche in den Seitenschluchten auf 20 Kilometer (also fast 3 geogr. Meilen) weit verfolgen. In Northumberland und Durham ist das High-Main-Flötz über einen Raum von 80, und das Low-Main-Flötz über einen Raum von 200 Englischen Quadratmeilen bekannt. — Die grösste Ausdehnung ist wohl an dem Pittsburger Flötze in der grossen Nordamerikanischen Kohlenformation nachgewiesen worden; die Gebrüder Rogers haben dasselbe sehr genau durch die Staaten Pennsylvanien, Ohio und Virginien verfolgt, und gefunden, dass es sich über einen elliptischen Raum von 225 Engl. Meilen Länge, 100 Meilen Breite und 14000 Quadratmeilen Flächeninhalt verbreitet; die mittlere Mächtigkeit dieses, sonach über 690 geogr. Quadratmeilen stetig ausgedehnten Flötzes beträgt aber nur 10 Fuss.

Die ungleichmässige, unstetige und unterbrochene Ausbildung der Flötze

---

lenformation gesagt wird, gilt auch von denen in älteren und jüngeren Formationen vorkommenden Steinkohlenflötzen, und insbesondere von denen der silurischen, devonischen und permischen Formation.

kommt weit seltener in den paralischen, als in den limnischen Kohlenterritorien vor. So unter anderen nach Burat in dem grossen limnischen Kohlenbassin des Departement der Saône und Loire, wo die Flötze oftmals unterbrochen, dafür aber auch stellenweise sehr mächtig ausgebildet sind. Auch in der älteren Kohlenformation der unteren Loire kommt nach Viquesnel eine derartige Ausbildung ganz gewöhnlich vor, so dass nur selten ein Kohlenmittel 100 Meter weit fortsetzt, ohne durch eine Verdrückung unterbrochen zu werden; die kohlenleeren Intervalle sind meist nur wenige, zuweilen aber bis 200 Meter lang. Mitunter erscheinen diese Kohlenstöcke als verticale schilfähnliche Säulen; Cordier hat ein paar solcher Säulen von Saint-Georges-Chatelaison beschrieben, deren eine 253, die andere 400 Meter lang war, und Blavier beschrieb eine verticale fast vierseitige Säule von la Bazouge.

Dass die Mächtigkeit der Kohlenflötze gar häufig in einem umgekehrten Verhältnisse zu ihrer Anzahl steht, diess wurde schon Seite 490 gelegentlich bemerkt. Diese Behauptung ist wenigstens insofern gerechtfertigt, wiefern bei einer sehr grossen Anzahl von Flötzen die Mächtigkeit der einzelnen weit geringer zu sein pflegt, als sie oftmals bei einer kleinen Anzahl von Flötzen getroffen wird, ohne dass man jedoch in allen Fällen bei wenigen Flötzen eine grosse Mächtigkeit vorauszusetzen berechtigt ist. In den meisten sehr flötzreichen Territorien pflegt die mittlere Mächtigkeit der Flötze etwa 3 Fuss zu betragen, und wohl öfter unter, als über diesen Mittelwerth zu fallen; in vielen flötzarmen Territorien dagegen sind Mächtigkeiten von 10, 20, 30 Fuss und darüber nicht so gar selten; ja, in einigen limnischen Kohlenbassins erreicht die Kohle stellenweise die erstaunliche Mächtigkeit von 100 Fuss und darüber. Solche ganz excessive Mächtigkeiten kommen jedoch nur bei sehr kurzen, als Lagerstöcke ausgebildeten Flötzen, oder auch als locale Anschwellungen ausgedehnterer Flötze vor, lassen sich aber wohl niemals in weit fortsetzenden Flötzen auf grosse Distanzen verfolgen.

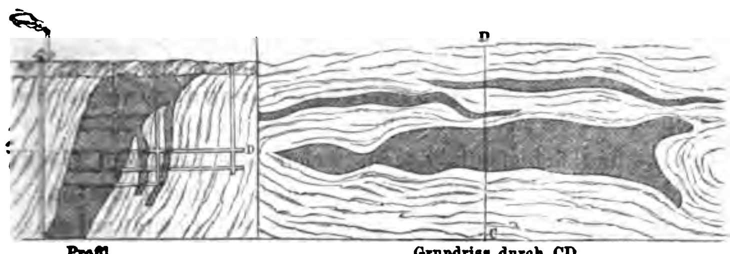
In den stetig und weit ausgedehnten Flötzen pflegt die Mächtigkeit sehr constant zu sein, und nur innerhalb grösserer Distanzen eine ganz regelmässige und allmälige Zunahme oder Abnahme zu zeigen, weshalb denn an jedem einzelnen Beobachtungspunkte die Oberfläche und die Unterfläche einander vollkommen parallel erscheinen. Dabei ist in vielen Fällen die Regel erkannt worden, dass die Flötze von dem Rande des Bassins nach dessen Tiefe und Mitte hin einer allmäligen Vermächtigung unterworfen sind; nur in seltenen Fällen kommt das Gegentheil vor; überhaupt aber dürfte die Zunahme oder Abnahme der Mächtigkeit nach der Muldentiefe wesentlich von dem Umstande abhängig sein, ob man es mit einer ursprünglichen, oder mit einer secundären, (d. h. mit einer, in Folge von Dislocationen, durch bassinartige Parcellirung eines ausgedehnteren Territoriums entstandenen) Mulde zu thun hat. Manche Flötze sind vielfältigen und bedeutenden Mächtigkeitswechseln unterworfen, was endlich so weit gehen kann, dass sie gar nicht mehr in stetiger Ausdehnung vorliegen, sondern zu vielen einzelnen Lagerstöcken oder zu grösseren und kleineren Nestern zerschlagen sind; eine Erscheinung, welche besonders bei den sehr mächtigen Flötzen gewisser limnischer Kohlenbassins vorkommt.

In dem sehr flötzreichen Westphälischen Kohlengebirge schwankt nach v. Dechen die Mächtigkeit der einzelnen Flötze gewöhnlich zwischen 2 und 4 Fuss; in dem südlichen, durch seine grosse Anzahl von Flötzen ausgezeichneten Districte des Pfälzisch-Saarbrücker Bassins sind die Flötze nach Schmidt zuweilen 8 bis 14, weit häufiger nur 2 bis 3 Fuss mächtig. Bei Lüttich, wo man 85 Flötze kennt, beträgt ihre mittlere Mächtigkeit 2,4 Fuss, und steigt selbst in den mächtigsten Flötzen nur bis 5 Fuss; eben so verhält es sich bei Mons, wo die Flötze nur selten bis 1 Meter stark sind. Am Donetz endlich, wo nach Le-Play 225 verschiedene Flötz-Ausstriche nachgewiesen worden sind, ist die durchschnittliche Mächtigkeit nur auf 0,6 Meter, also noch nicht einmal 2 Fuss zu veranschlagen, indem die einzelnen Flötze nur selten 1 Meter erreichen, und nur eines derselben über 2 Meter stark ist. Bei Kobilau und Hultschin in Oberschlesien, wo 30 Flötze bekannt sind, beträgt die Stärke der einzelnen nur 1 bis 4 Fuss; im Allgemeinen aber ist nach v. Oeynhausen die Oberschlesische Kohlenformation eben so ausgezeichnet durch die bedeutende Mächtigkeit, wie durch die regelmässige Lage ihrer Flötze; die erstere schwankt gewöhnlich zwischen 10 und 14, und steigt zuweilen bis 20 und 30 Fuss; ja bei Dombrowa und Bendczin kennt man sogar ein über 40 Fuss mächtiges Flötz*). Bei Zwickau in Sachsen, wo nur 8 oder 9 Flötze vorliegen, erlangen die meisten eine Stärke von 6 bis 8 Fuss, während das sogenannte tiefe Planitzer Flötz 20 bis 24, und das Ruskohlenflötz sogar bis 30 Fuss stark ist; im Döhlener Bassin bei Dresden sind 4 Flötze bekannt, von denen das bedeutendste gewöhnlich eine Mächtigkeit von 12 bis 20 Fuss besitzt.

Als einige Beispiele von ungewöhnlich grosser Mächtigkeit der Kohlenflötze mögen noch folgende angeführt werden. Während in der flötzreichen Kohlenformation Grossbritanniens im Allgemeinen schmale Flötze vorwalten, so kennt man bei Dudley in Staffordshire ein 30 F. mächtiges Flötz, welches früher an seinem Ausstriche steinbruchmässig abgebaut worden ist, und noch gegenwärtig in vielen Gruben abgebaut wird; ja, bei Johnston, im Bassin von Clackmannanshire, zeigt ein Flötz die ausserordentliche Mächtigkeit von 90 Fuss, von welcher man jedoch vermuthet, dass sie durch eine Ueberschiebung zweier Flötztheile hervorgebracht worden sei. In Spanien, bei Sabero in Leon, kommen nach Casiano de Prado Flötze vor, welche, obgleich ihre Zahl sehr bedeutend ist, stellenweise 50 und 60, ja sogar bis 100 F. Mächtigkeit erreichen.

In Frankreich ist das Bassin von Creuzot (Saône und Loire) schon lange berühmt wegen der oft ganz excessiven Mächtigkeit seiner Flötze, welche zugleich sehr ungleichmässig und unstetig ausgebildet zu sein pflegen. Bei Creuzot selbst beträgt die Mächtigkeit des Hauptflötzes 10 bis 12, stellenweise sogar 15 bis 20 Meter, während sich dasselbe an anderen Puncten bis auf 2 Meter verschmälert, und oftmals gänzlich auskeilt; es stellt daher dieses Hauptflötz eigentlich ein System von Lenticularstöcken dar, die sich gegen einander auskeilen, und wiederum anlegen, so dass dort innerhalb einer Distanz von 1800 Meter 7 dergleichen Stöcke unterschieden werden können. Auf dem Gegenflügel des Bassins, bei Montchanin, wird eine Kohlenmasse abgebaut, welche meist 30 bis 40, stellenweise jedoch über 70 Meter oder 215 P. Fuss mächtig ist, und in der That nur als ein unregelmässiger Lenticularstock betrachtet werden kann. Der nachstehende Holzschnitt giebt eine Ansicht dieses Kohlenstockes im Profile und im Horizontal-

*) Dieses Flötz, das Xaveriflötz genannt, wurde bei Dombrowa im Jahre 1838 durch einen grossartigen Tagebau abgebaut. F. Römer fand sich durch dieses Vorkommen lebhaft an Mauch-Chunk in Pennsylvanien erinnert, wo ein fast eben so mächtiges Flötz von Anthracit in einem fast 1 engl. Meile langen steinbruchähnlichen Tagebaue gewonnen wurde. Neues Jahrb. für Min. 1858, S. 555.



Profil. Grundriss durch CD.

Querschnitte, aus welchem letzteren es deutlich hervorgeht, dass man es bei Montchanin gar nicht mit einem eigentlichen Flötze, sondern mit einer stockartigen Ablagerung zu thun hat, dergleichen ja überhaupt in dem dortigen Bassin zu den gewöhnlichen Erscheinungen gehören. Im Bassin von Decazeville (Aveyron) kennt man ein wirkliches sehr mächtiges Flötz, welches aus drei Hauptbänken besteht, von denen die obere 10, die mittlere 7, und die untere 3 Meter stark ist, so dass die ganze Mächtigkeit, die Schieferthonmittel ungerechnet, 20 Meter oder 62 P. Fuss beträgt; ausserdem sind dort nur noch 2 Flötze bekannt. Das Kohlenflötz von Firmy erreicht eine Stärke von 13 Meter; noch mächtiger ist das Flötz von la-Salle, wo ein verticaler Schacht 24 Meter tief in Kohle abgeteuft wurde, ohne sie zu durchsinken, obgleich das Flötz nur 25 bis 30° in Nordost fällt; Cordier schrieb dieser Kohlenmasse, welche jedenfalls zu den stockartigen Ablagerungen gehören dürfte, eine Mächtigkeit von 103 Metern, oder 317 Fuss zu. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 284.

Für die Zunahme der Mächtigkeit vom Ausgehenden nach der Tiefe liefern z. B. in Sachsen die Bassins von Ebersdorf bei Chemnitz, von Döhlen bei Dresden, und Würschnitz bei Stollberg, ferner die Kohlenreviere Oberschlesiens, Grossbritanniens und vieler anderer Länder häufige Beispiele; ein auffallendes Beispiel vom Gegentheile findet sich nach Weawer im Bassin von Tortworth, dessen Flötze sich in der Tiefe fast gänzlich auskeilen.

Die Kohlenflötze erscheinen nur selten in ihrer ganzen Mächtigkeit als eine stetige und ungetheilte Kohlenmasse; meistentheils bestehen sie aus mehren Lagen oder Bänken von Steinkohle, welche gewöhnlich durch schmale Lagen von Letten oder Schieferthon (sogenannte Schären), durch Faserkohle, bisweilen durch Brandschiefer oder Sandstein von einander abgesondert werden, und in grosser Regelmässigkeit auf einander folgen. Diese bankförmige Gliederung pflegt meist sehr deutlich hervorzutreten, weil die schmalen Lettenlagen wie weisse oder hellgraue, parallele Bänder zwischen den schwarzen Kohlenbänken hinlaufen; sie ist oftmals mit einem Wechsel der Qualität der Kohle verbunden, indem jede Bank aus einer besonderen Kohlensorte besteht, oder doch wenigstens eine, von jener der vorausgehenden und der folgenden Bank etwas abweichende Beschaffenheit besitzt.

Die bankförmige Gliederung ist bei den sehr mächtigen Flötzen eine nicht ganz unwillkommene Erscheinung, indem die Letten oder Schären ein äusserst sicheres Anhalten und zugleich ein grosses Erleichterungsmittel bei der Unterschrämung der Kohle gewähren. Gewöhnlich werden in jedem Bassin die verschiedenen Bänke der einzelnen Flötze durch besondere Namen unterschieden. Ihre qualitative Verschiedenheit mag vielleicht, wie Hutton und Lindley vermuthen, in der ver-

schiedenen Natur derjenigen Pflanzen begründet sein, welche die Kohle gebildet haben. *The fossil Flora of Great Britain, II, p. XXVII.*

Von der, die einzelnen Flötzbänke durchschneidenden Zerklüftung und dadurch bewirkten parallelepipedischen Absonderung der Steinkohle ist bereits oben S. 474 die Rede gewesen.

Die Letten- und Schieferthonlagen, welche die einzelnen Flötzbänke absondern, sind zwar im Allgemeinen sehr schmal, und meist nur einige Linien bis ein paar Zoll stark, lassen sich aber desungeachtet auf grosse Distanzen verfolgen, so dass bisweilen ein und dasselbe Flötz in seiner ganzen Ausdehnung in dieselbe Anzahl von Bänken abgetheilt erscheint. Doch kommt es auch nicht selten vor, dass diese Zwischenlagen nach einer bestimmten Richtung hin allmälig an Mächtigkeit zunehmen, so dass eine, anfangs nur zollstarke Schäre weiterhin ein paar Fuss, und in noch grösserer Entfernung viele Fuss mächtig wird, bis sie endlich die Dimensionen eines förmlichen, aus Schieferthon und Sandstein bestehenden Schichtensystems erlangt, und das Kohlenflötz selbst in zwei verschiedene Flötze abgesondert erscheinen lässt; eine Erscheinung, welche sich natürlich, in entgegengesetzter Richtung verfolgt, als die Vereinigung zweier Flötze zu einem einzigen Flötze darstellen wird. Wenn dieses Verhältniss bei mehren Schären zugleich eintritt, so kann sich ein und dasselbe Kohlenflötz in mehre verschiedene Flötze zerschlagen; oder umgekehrt, wenn sich die Zwischenmittel mehrer über einander liegender Flötze allmälig bis zu blossen Schären verschmälern, so können sich mehre getrennte Flötze zu einem einzigen, mächtigeren Flötze zusammenlegen.

Dieses Zerschlagen der Flötze nach gewissen Richtungen, oder auch dieses Zusammenlegen derselben, ist eine in vielen Territorien der Steinkohlenformation vorkommende Erscheinung, welche mit zu den Ursachen gehört, durch welche die genaue Bestimmung der Anzahl der Flötze erschwert oder doch unsicher gemacht wird.

So bildet z. B. nach Schmidt ein 8 Fuss mächtiges Flötz des Saarbrücker Kohlengebirges im Grosswalde auf der Ostseite ein Ganzes, während sich in viertelstündiger Entfernung nach Westen schon einige, bis 2 Fuss mächtige Schieferthonschichten einschalten, durch deren weitere Vermächtigung es endlich in der Gegend von Völklingen in mehre schmale Flötze abgetheilt erscheint. — Nach v. Gutbier's Vermuthung sollen die bei Zwickau, auf dem rechten Muldenufer bekannten Reinsdorfer Flötze nur die östliche Fortsetzung des, in viele einzelne Flötze zerschlagenen tiefen Planitzer Flötzes sein, welches schon auf dem linken Muldenufer bei Bockwa eine sehr bedeutende Entwicklung seiner Schären erkennen lässt. — Im Bassin von Rive-de-Gier in Frankreich sind auf der Grube Gagne-Petit das dritte und vierte Flötz am Schachte Jabin durch 0,4, am Schachte Thiolier durch 16, und zuletzt bei der Grube la Roche durch 24 Meter Schieferthon getrennt. Bei Centras, im Bassin von Alais, kommen drei, in der Tiefe ganz entschieden getrennte Flötze nach oben zur Vereinigung, so dass man aus einem in das andere gelangen kann, ohne die Kohle zu verlassen; ähnliche Erscheinungen kennt man im Bassin von Saint-Gervais (Hérault), wo auch in den Gruben von Boussagne mehre Flötze fächerartig aus einander treten. Im kleineren Maassstabe wiederholen sich dergleichen Verhältnisse in sehr vielen Kohlenrevieren; in einem recht grossartigen Maassstabe aber in Pennsylvanien, wo 7 Anthracitflötze, welche

bei Pottsville durch mächtige Zwischenmittel von grobem Sandstein und von Quarzconglomerat getrennt werden, innerhalb der Distanz von einigen Meilen immer näher an einander rücken, bis sie sich endlich zu einem einzigen, 40 bis 50 Fuss mächtigen, sehr reinen Anthracitflötze vereinigen, *Lyell*, *Manual of elem. Geol.* 5. *ed p.* 394.

Wie alle übrigen Schichten und Lager, so endigen auch die Kohlenflötze theils mit einer Auskeilung, theils durch Abstossung, theils mit Ausstrichen an der jetzigen oder ehemaligen Gebirgsoberfläche (I, 462); die Auskeilung ist jedoch oftmals eine locale Erscheinung, in welchem Falle man nur auf der Schichtungsfuge fortzugehen braucht, in welcher solches eintritt, um das Flötz wiederum aufzufinden. An ihren Ausstrichen pflegen die Flötze sehr unrein und zerrüttet zu sein, und eine schlechte, magere oder rusige Kohle zu führen, weil sie dort vielleicht Jahrtausende hindurch den Einflüssen der Atmosphärilien und Gewässer ausgesetzt waren, durch welche eine Auslaugung, Zersetzung und Verunreinigung derselben bewirkt werden musste.

Uebrigens dürfen die ursprünglichen Bildungsränder der Flötze nicht mit ihren Ausstrichen verwechselt werden; diese letzteren können für ein und dasselbe Flötz in sehr verschiedenen Regionen seines Verbreitungsgebietes zur Ausbildung gelangt sein, können sich daher vielfältig wiederholen und selbst in der centralen Region des Flötzes heraussheben, während die Bildungsränder der Flötze nur an der äusseren Gränze ihres Gebietes liegen, oft gar nicht als Ausstriche erscheinen, und nicht selten auf bedeutende Strecken zerstört und weggeführt worden sind.

Nach Virlet soll sich die durch die Atmosphärilien verursachte Verunedlung der Steinkohlenflötze zuweilen bis auf 200 und 300 Fuss Tiefe von ihren Ausstrichen herein bemerkbar machen. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, III, p.* 152. Dass sie übrigens an den verdeckten, d. h. an denen durch jüngere Formationen überlagerten Ausstrichen eben so wohl wie an den offenen Ausstrichen vorkommt, diess ist begreiflich, weil auch jene Ausstriche lange Zeit frei gelegen haben können, bevor sie bedeckt wurden, und weil gerade die Auflagerungsflächen sehr gewöhnlich dem Wasser zugänglich sind, welches dort noch gegenwärtig seine Wirksamkeit bethätigen kann. Auf diese Weise sind auch die ähnlichen Zersetzungen und Zerrüttungen zu erklären, welche die Kohlenflötze bisweilen von denen sie durchsetzenden Klüften und Gängen aus erfahren haben.

Gewöhnlich schneiden die Kohlenflötze an ihrem unmittelbaren Hangenden und Liegenden scharf ab, und nur selten sind sie mit selbigem durch Uebergänge oder durch eine Art von Wechsellagerung verbunden. Ihr Liegendes oder ihr Sohlgestein ist meist ein mehr oder weniger sandiger Schieferthon, welcher zuweilen krummschieferig und verworren, gar häufig aber mit so vielen Stigmarien erfüllt ist, dass man diese Sohlschieferthone (*underclays*) als den Grund und Boden betrachtet, auf welchem zunächst durch eine üppige Vegetation jener Stigmarien und der mit ihnen zusammenhängenden Pflanzen die Bildung der Kohlenflötze eingeleitet wurde. Bisweilen ruhen die Kohlenflötze unmittelbar auf Sandstein, selten auf Kalkstein, und noch seltener auf Conglomerat. Ihr Hangendes oder ihr Dachgestein pflegt am öftersten

aus Schieferthon zu bestehen, welcher gewöhnlich geradschieferig und in der Regel sehr reich an mancherlei verkohlten (und jedenfalls eingeschwemmter) Pflanzenresten ist, weshalb denn diese über den Flötzen liegenden Schieferthone für das Studium der Flora der Steinkohlenformation ganz besonders ergiebig sind. In denselben Schieferthonen kommen auch die Sphärosiderite am häufigsten vor. Selten bilden Sandstein oder Kalkstein, am seltensten Conglomerate das unmittelbare Dach der Kohlenflötze. Im Allgemeinen ist daher der Schieferthon als der gewöhnlichste Begleiter der Flötze zu betrachten deren Dach sowohl als deren Sohle in den meisten Fällen aus ihm zu bestehen pflegt.

Dass Kohlenflötze unmittelbar auf Conglomerat liegen, oder von Conglomerat bedeckt werden, ist eine nur selten beobachtete Erscheinung. Sie kommt in der Anthracitregion Pennsylvaniens vor, wo die Steinkohlenformation mit einer mächtigen, von rothem Schieferthon getragenen Ablagerung von Quarzconglomerat eröffnet wird, welcher nicht selten, wie z. B. bei Pottsville, im Mahanoy-Revier und anderwärts, schon Athracitflötze unmittelbar eingeschichtet sind, dergestalt, dass die Quarzgerölle bisweilen Eindrücke im Anthracit bilden. *H. Rogers, first annual Report*, 1836, *p.* 17. Im Fürstenthume Schweidnitz werden die Flötze häufig, ja fast immer unmittelbar von grosskörnigem Conglomerate bedeckt. Leopold v. Buch, Geognost. Beobb. u. s. w. I, S. 101. Auch in Frankreich kennt man mehrorts Kohlenflötze zwischen Conglomeraten. Für das Vorkommen von Kohlenflötzen unmittelbar über oder unter Schichten von Kohlenkalkstein sind bereits oben S. 465 einige Beispiele angeführt worden. Ueberhaupt aber dürften alle diejenigen Fälle, wo die Steinkohle unmittelbar auf Conglomerat oder Kalkstein, auf Thonschiefer, Granit und anderen Gesteinen, ohne Dazwischenkunft von Schieferthon und Sandstein, aufgelagert ist, von einiger Bedeutung für die Theorie der Kohlenflötze sein

Was die stigmarienreichen Sohlschieferthone oder die *underclays* betrifft, welche bereits in so vielen Territorien der Steinkohlenformation Englands, Nordamerikas, Westphalens u. a. Länder als eine fast gesetzliche Erscheinung nachgewiesen worden sind, so hat wohl zuerst Logan auf die Wichtigkeit und Bedeutung derselben aufmerksam gemacht (*Phil. Mag. and Journ. of sc.* 3. *ser. vol.* 18, *p.* 247 und *vol.* 20, *p.* 430), worauf später ihre Verhältnisse besonders von Lyell einer weiteren Untersuchung unterworfen worden sind, durch welche Logan's Ansichten und Folgerungen bestätigt wurden. Uebrigens hat es von Dechen schon im Jahre 1823 hervorgehoben, dass das Liegende aller Flötze in der Westphälischen Kohlenformation von Stigmarien-Schieferthon gebildet wird. Das Liegende aller bekannten Flötze, sagte er, ist gewöhnlich ein unreiner sandiger Schieferthon, dessen Mächtigkeit zwischen 1 Zoll und 2 Lachtern schwankt. Derselbe ist immer erfüllt mit vegetabilischen Ueberresten, welche in dem Liegenden aller Flötze gleich sind, wie verschieden und manchfaltig auch diejenigen sein mögen, welche in dem Hangenden vorkommen. Sie scheinen nämlich alle zu den Stigmarien (Variolarien) zu gehören. Nöggerath's Rheinland-Westphalen, II, S. 117.

Obwohl die Kohlenflötze gewöhnlich als stetige und regelmässige Parallelmassen, als vollkommene Schichten oder Lager erscheinen, so sind sie doch auch manchen Anomalieen unterworfen, welche theils die Regelmässigkeit ihrer Form, theils die Stetigkeit ihrer Ausdehnung betreffen. Dabei berücksichtigen wir jedoch zunächst nur diejenigen Unregelmässigkeiten, welche die Flötze gleich bei oder bald nach ihrer Ablagerung und Bildung angenommen

haben, indem von den später eingetretenen Störungen im folgenden Paragraphen die Rede sein wird.

Als dergleichen ursprüngliche Anomalieen der Ausbildung sind besonders die Mächtigkeitswechsel, die Verdrückungen und localen Auskeilungen, die Zertrümmerung, die Einschaltung von Gesteinsnieren, die Flötzriegel und Flötzgangtrümer zu erwähnen.

Ausser den allgemeinen und regelmässigen Mächtigkeitswechseln, welche die Flötze in ihrer Gesammt-Ausdehnung zeigen, kommen nämlich auch locale und unregelmässige Mächtigkeitswechsel vor, indem die Oberfläche und die Unterfläche eines Flötzes plötzlich näher an, oder weiter von einander treten, als diess ausserdem der Fall ist; was theils durch blos einseitige Unebenheiten entweder des Hangenden oder des Liegenden, theils auch durch eine gleichzeitige Divergenz oder Convergenz beider verursacht wird. Die dadurch entstehenden Verschmälerungen und Anschwellungen können bisweilen recht bedeutend werden; die ersteren aber gehen endlich in die sogenannten Verdrückungen über, bei welchen das Hangende und das Liegende des Flötzes zur völligen Berührung gelangen, und die Kohle gänzlich verschwindet; doch pflegt dann noch häufig ein schwarzer Lettenstreifen die Stelle des Flötzes zu bezeichnen. Wenn diese Erscheinung nach verschiedenen Richtungen mehrfach und in grösserem Maassstabe ausgebildet ist, so hat sie die oben erwähnte Dismembration des Flötzes in lauter einzelne Kohlenstöcke zur Folge. Tritt dagegen die Verschmälerung sehr allmälig ein, während sie gleichfalls mit einer gänzlichen Verdrängung der Kohle endigt, so erscheint sie als eine locale Auskeilung des Flötzes. — Eine Zertrümmerung oder eine Zerschlagung der Flötze in mehre kleinere, sich endlich auskeilende Lagen findet bisweilen in der Nähe ihres Bildungsrandes Statt, indem sich Zwischenlagen von Schieferthon oder Sandstein einfinden, welche sich allmälig vermächtigen, während die Kohlenlagen immer schwächer werden.

Zu dieser letzteren Erscheinung gehören auch die sogenannten *Symonfaults* im Kohlenbassin von Coalbrookdale in Shropshire; die Kohlenflötze keilen sich dort nämlich bisweilen ziemlich rasch aus, indem sie sich zugleich dergestalt gabeln, dass die beiden divergirenden Flötztrümer schräg durch die Schichten des Nebengesteins hindurch setzen. *The Silurian System, p.* 101.

Nester von Schieferthon, Sandstein oder Hornstein unterbrechen wohl bisweilen die Stetigkeit der Kohle mitten innerhalb der Flötze; sie sind gewöhnlich linsenförmig gestaltet, mitunter auch als mehr oder weniger weit fortlaufende Wülste und Gesteinsbänder ausgebildet. Die Flötzriegel (*barres*) erscheinen als transversale Sandstein- oder Schieferthonstreifen, welche quer durch das Flötz setzen, und eine grosse Aehnlichkeit mit gewöhnlichen Kämmen besitzen, von denen sie sich wohl wesentlich nur dadurch unterscheiden, dass sie nicht über das Flötz hinausreichen. Flötzgangtrümer endlich sind ähnliche Kohlentrümer, welche von dem Flötze auslaufen, das Nebengestein durchschneiden, und sich darin auskeilen.

Eine eigenthümliche Art von Einschaltungen sind die sogenannten *hags* im

Kohlendistricte von Killenaule in Irland: sehr langgestreckte, 10 bis 15 Fuss breite Schieferthonbänder von lanzettförmigem Querschnitte, welche innerhalb der Flötze liegen, quer durch die ganze Mulde setzen, und das Kohlenflötz über und unter sich auf zwei ganz schmale Lagen reduciren, durch welche die zwischen den einzelnen *hags* liegenden, meist 120 bis 150 Fuss breiten Flötzstreifen mit einander in Verbindung stehen. *Weawer* in *Trans. of the geol. soc. V, p.* 282 ff. Etwas Aehnliches scheint bei Epinac in Frankreich vorzukommen, wo Sandsteinpartieen von sehr langgezogenem elliptischem Querschnitte innerhalb eines Kohlenflötzes auftreten, und entsprechende Anschwellungen desselben verursachen; doch ist dieses Vorkommen auch als eine Zusammenlegung zweier Flötze ausgelegt worden. *Bull. de la soc. géol. VII, p.* 331. Auch das oben erwähnte 30 Fuss mächtige Flötz in Staffordshire zeigte auf der Grube Baremoor die eigenthümliche Erscheinung, dass innerhalb einer Länge von 400 Fuss nur noch die 9 F. mächtige Oberbank existirte, während die ganze untere Abtheilung des Flötzes durch eine mächtige Sandsteinlinse verdrängt war, welche sich an ihren Rändern durch vielfache auskeilende Wechsellagerung mit der weiterhin anstehenden Kohle verbunden zeigte. *Jukes*, in *Records of the school of mines, vol. I,* 1853, *p.* 184.

Flötzriegel, eine überhaupt sehr seltene Erscheinung, erwähnte Héron-de-Villefosse aus dem Westphälischen Steinkohlengebirge; Elie-de-Beaumont gedenkt eines ähnlichen Vorkommens aus dem Bassin von Alais am Fusse der Cevennen, wo bei Rochebelle ein Kohlenflötz von mehren transversalen Schieferthonstreifen durchsetzt wird, gerade so, als ob bei dem Absatze des hangenden Schieferthons dessen Material in Spalten des Flötzes eingedrungen wäre. Flötzgangtrümer sind unter andern in der älteren Kohlenformation der untern Loire eine sehr gewöhnliche Erscheinung, aber auch anderwärts nicht so gar selten zu beobachten. Ein ausgezeichnetes Beispiel von der Albert-mine in Neubraunschweig wird beschrieben und abgebildet von *Dawson* im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. IX, p.* 112.

§. 356. *Secundäre Störungen der Architectur überhaupt und der Kohlenflötze insbesondere.*

Die Steinkohlenformation hat uns die meisten Aufschlüsse über die Störungen des Gebirgsbaues der sedimentären Formationen geliefert, weil sie mehr als irgend eine andere Formation nach allen Richtungen durch den Bergbau aufgeschlossen und erforscht worden ist. Wie daher schon die Formen und Gesetze des gefalteten Schichtenbaues, der Sattel- und Muldenbildung und anderer Resultate jener ersten Convulsionen der sedimentären Schichtensysteme ganz besonders durch den Steinkohlenbergbau erkannt worden sind, so gilt diess auch von den Formen und Gesetzen jener späteren Störungen, denen die bereits aufgerichteten und gefalteten Schichtensysteme unterworfen waren, und deren Betrachtung uns gegenwärtig beschäftigen wird.

Die secundären Störungen, welche die Steinkohlenformation betroffen haben, waren theils Störungen ihrer Architektur und Lagerung, theils Veränderungen der materiellen Beschaffenheit gewisser ihrer Glieder; zu den ersteren gehören besonders die Sprünge und Verwerfungen, zu den letzteren die Kohlenbrände; die durch das Eingreifen plutonischer Gesteine verursachten Störungen endlich haben oft sowohl die Structur als auch die Gesteinsbeschaffenheit alterirt.

Sprünge und **Verwerfungen** (I, 925) gehören gerade im Gebiete der Steinkohlenformation zu den so gewöhnlichen Erscheinungen, dass es nur wenige Kohlenreviere geben dürfte, in welchen sie gänzlich vermisst werden; sie kommen in allen möglichen Dimensionen, bisweilen aber in grosser Anzahl und in vielfacher Wiederholung vor. Da sie nicht nur die Stetigkeit der Kohlenflötze unterbrochen, sondern auch die getrennten Flötztheile mehr oder weniger weit von einander geschoben haben, so üben sie einen bedeutenden Einfluss auf den Steinkohlenbergbau aus, dessen Betriebe sie mancherlei Schwierigkeiten entgegen setzen*).

Kleinere Sprünge, welche die einzelnen Flötztheile nur um einige Zoll oder um ein paar Fuss verworfen haben, finden sich sehr häufig, und selbst grössere Sprünge, deren Sprunghöhe (I, 926) auf 10, 20, 30 und mehre Fuss steigt, sind keine seltenen Erscheinungen; es giebt aber auch Verwerfungen von einem so grossen Maassstabe, dass die von einander getrennten Theile des betreffenden Kohlenreviers um viele hundert, ja um mehr als tausend Fuss aus ihrer ursprünglichen Lage verrückt worden sind. Solche Verwerfungen sind es, welche als **Hauptstörungen** von den kleineren Erscheinungen der Art unterschieden zu werden pflegen.

Obgleich die **Richtung** der Verwerfungsklüfte keinem allgemeinen und durchgreifenden Gesetze unterworfen ist, so kommen doch die beiden Fälle besonders häufig vor, dass ihr **Streichen** mit dem Streichen der Schichten ungefähr übereinstimmt, oder auch fast rechtwinkelig darauf ist. Hieraus ist es auch erklärlich, warum die hinter einander liegenden Sprünge nicht selten einen mehr oder weniger auffallenden Parallelismus ihres Verlaufes besitzen, und ein treppenartiges Aufsteigen der zwischen ihnen liegenden Flötzstreifen verursachen. Das **Fallen** der Sprungklüfte ist meist bedeutend, bisweilen vertical, und nur in seltenen Fällen sehr flach.

Die **Bewegung** der durch eine Sprungkluft von einander getrennten Gebirgstheile fand in der Regel längs dieser Kluft selbst Statt, durch welche sie daher gewissermaassen geleitet worden ist. Meist war es eine **geradlinige**, sehr selten eine krummlinige oder eine drehende Bewegung; gewöhnlich bestand sie in einer **einfachen Verschiebung** des einen Gebirgstheiles gegen den anderen, welche am häufigsten durch eine **Senkung** des **hangenden** Gebirgstheiles in der Richtung der Falllinie der Sprungkluft vollzogen wurde, indem die liegende Gränzfläche dieser Kluft eine schiefe Ebene bildete, auf welcher der hangende Gebirgstheil hinabrutschte. Doch ist auch bisweilen dieser hangende, und in noch seltneren Fällen der liegende Gebirgstheil **auf**-

*) *Nul phénomène*, sagte Héron de Villefosse in seinem bekannten Werke, *n'ouvre un plus vaste champ à la meditation du geognoste, nul obstacle n'exige plus d'expérience et de sagacité de la part du mineur, que ces nombreux accidens ou dérangemens des couches, qui se rencontrent surtout dans les mines de houille.* Eine sehr ausführliche Darstellung der Verwerfungen gab v. Carnall in einem besondern Werke unter dem Titel: Die Sprünge der Steinkohlengebirge, Berlin, 1836, als Separatabdruck einer, im 9. Bande von Karstens Archiv für Mineralogie u. s. w. erschienenen Abhandlung.

wärts bewegt worden. Verschiebungen in schräger und selbst in horizontaler Richtung haben gleichfalls mitunter Statt gefunden.

Die Sprungklüfte sind nicht selten völlig geschlossen, meistentheils aber mehr oder weniger geöffnet, und mit Gesteinsmasse ausgefüllt welche gewöhnlich von den Schichten des Kohlengebirges selbst abstammt Sandstein und Schieferthon, nicht selten auch Steinkohle, in zerwürgtem und zerrüttetem Zustande, sowie Thon und Thonstein sind diejenigen Materialien, welche besonders häufig das Ausfüllungsmaterial der Sprungklüfte liefern, und solche als gangartige Gebirgsglieder erscheinen lassen, von denen die Schichten der Kohlenformation und namentlich die Kohlenflötze selbst durchsetzt werden. Diese Gänge sind es, welche von dem Kohlenbergmann als Kämme, Rücken u. s. w. bezeichnet zu werden pflegen. Ihre Mächtigkeit ist gewöhnlich nicht sehr bedeutend; von einem Zolle und darunter steigt sie bis zu einigen Fuss; zuweilen aber kann sie viele Fuss, und sogar viele Lachter betragen. Wenn sie aus dem Materiale der Kohlengebirgsschichten selbst bestehen, so ist wohl anzunehmen, dass ihnen solches theils durch den Abbruch der in ihren Querschnitten an einander fortgeschleiften, und dadurch zerstauchten und zermalmten Schichten, theils durch gewaltsame Einpressung des Thones, Schieferthones und der Steinkohle geliefert worden sei, indem diese weichen und nachgiebigen, unter der Last der aufliegenden Schichten stark comprimirten Gesteine durch die Bildung der Sprungkluft eine einseitige Befreiung des Druckes erfuhren. Da übrigens die Sprungklüfte den unterirdischen Wassern einen Zugang eröffneten, so haben sich auch nicht selten in den Kämmen krystallinische Mineralien gebildet, unter denen besonders Kalkspath, Faserkalk, Braunspath, Quarz, Baryt, und von Schwefelmetallen Eisenkies, Bleiglanz und Zinkblende zu nennen sind. Diese krystallinischen Gebilde sind oft mehr oder weniger mit dem mechanisch gebildeten Schutte von Sandstein, Steinkohle u. s. w. vermengt, dessen Elemente durch sie verkittet wurden.

Die Stauchung und Umbiegung der Schichten-Enden ist auch gar nicht selten, und dann gewöhnlich in der Weise zu beobachten, dass die Schichten an der einen Seite der Sprungkluft aufwärts, an der andern Seite abwärts, oder überhaupt, dass sie an beiden Seiten der Kluft nach entgegengesetzten Richtungen umgebogen sind; wie diess auch zu erwarten ist, wenn wirklich der eine Gebirgstheil an dem anderen fortgeschoben wurde. Auch sind häufig längs der Sprungkluft, in der Richtung der Statt gefundenen Bewegung, einzelne Brocken und Abreibsel der durchschnittenen Schichten mehr oder weniger weit fortgeschleift worden, was sich namentlich dann sehr bemerkbar macht, wenn dieser Detritus von Kohlenflötzen abstammt.

Rutschflächen, Spiegel und Quetschflächen (I, 456) bilden eine in diesen Kämmen und Rücken, und in den Verwerfungsspalten überhaupt ganz gewöhnliche Erscheinung, und lassen in der Richtung ihrer Frictionsstreifen die Richtung erkennen, in welcher die Verschiebung der getrennten Gebirgstheile Statt gefunden hat. Sie finden sich nicht nur an den Salbändern dieser Gänge und auf den eigentlichen Wänden der Sprungklüfte, wo sie be-

sonders im Liegenden ausgebildet sind, und, bei günstiger Entblösung, oft viele Lachter weit verfolgt werden können; sondern sie kommen auch oft mitten in der Masse der Kämme vor, welche nicht selten aus lauter in einander gewürgten und gequetschten, daher dicht über einander gepressten Flatzschen und scharf auskeilenden Wülsten und Linsen von sandigem Thon oder Schieferthon bestehen, deren Oberflächen insgesammt als spiegelglatte Rutschflächen ausgebildet sind.

Wenn dergleichen Kämme in grosser Anzahl vorhanden sind, so bilden sie förmliche Gangnetze, welche zumal innerhalb der mächtigen Kohlenflötze als eine sehr auffallende Erscheinung hervortreten, weil das meist hellfarbige Material der Kämme gegen die schwarze Kohle sehr absticht, deren Masse in solchen Fällen von weissen oder grauen Bändern nach verschiedenen Richtungen durchschnitten werden. Ueberhaupt ist es eine in manchen Kohlenterritorien bestätigte Erfahrung, dass die Verwerfungen um so häufiger vorkommen, je mächtigere Flötze vorhanden sind. Doch mag diess wohl zunächst nur von den kleineren Verwerfungen gelten, welche gar nicht aus dem Bereiche der Kohlenformation heraussetzen, ja bisweilen blos auf die Flötze und die zunächst angränzenden Schichten beschränkt, und vielleicht aus der inneren Verdichtung und Contraction der Flötzmasse zu erklären sind.

Bedenkt man, dass die Pflanzenmassen, welche gegenwärtig ein Kohlenflötz bilden, ursprünglich ein weit grösseres Volumen hatten, und dass also ein jetzt 20 Fuss mächtiges Flötz ursprünglich vielleicht 80 oder 100 Fuss mächtig war, so ist wohl die Vermuthung nicht ganz zurückzuweisen, dass die kleineren Verwerfungen, welche die mächtigeren Kohlenflötze oft in so grosser Anzahl durchsetzen, auf die angedeutete Weise entstanden sind. Denn die allmälige Condensation der Flötzmasse, wie solche unter dem zunehmenden Drucke der neu aufgesetzten Schichten erfolgte, wird möglicherweise mit inneren Zerspaltungen ihrer selbst, nothwendig aber mit Senkungen der aufliegenden Massen verbunden gewesen sein, durch welche diese Massen, und folglich auch die in ihnen enthaltenen Kohlenflötze, von Spalten durchsetzt und mehr oder weniger verworfen werden mussten, während das noch platische Material der thonigen Schichten in diese Spalten eindrang und solche ausfüllte. Jedenfalls gehört es zu den bekannten Erfahrungen, dass sich die kleineren Verwerfungen oft nur auf einzelne Schichtensysteme beschränken, und dass diejenigen von ihnen, welche z. B. die tieferen Flötze eines Bassins betroffen haben, keinesweges immer bis in die höheren Flötze hinaufreichen, und umgekehrt.

Recht auffallende Beispiele von vielfacher Durchkämmung eines Kohlenflötzes lassen sich in dem alten Pottschappeler Reviere des Döhlener Bassins unweit Dresden beobachten. Dort sieht man in den Abbaustössen auf grosse Strecken ein förmliches Netz von weissen Lettenstreifen entblöst, dessen oft ziemlich enge Maschen mit Kohle ausgefüllt sind, indem das Flötz durch die nach verschiedenen Richtungen sich durchkreuzenden Kämme eine solche Zerstückelung erlitten hat, dass es wie aus lauter in einander gefügten grossen Fragmenten zusammengesetzt erscheint.

Dafern die Grösse einer Verwerfung die Mächtigkeit des Flötzes nicht überschreitet, und der verwerfende Gang sehr schmal ist, so hat die weitere

Verfolgung des Flötzes keine Schwierigkeiten, weil der eine Querschnitt desselben zum Theil noch an dem anderen Querschnitte anliegt, oder doch nur durch die schmale Masse des Kammes davon getrennt wird. Ist aber die Sprungweite grösser als die Mächtigkeit des Flötzes, dann sind beide Flötzquerschnitte vollständig aus einander gerückt, und dann entsteht für den Bergmann die Frage, nach welcher Regel der verworfene Flötztheil aufzusuchen ist. Die Antwort auf diese Frage lautet im Allgemeinen dahin, dass dieser Flötztheil längs der Sprungkluft, oder längs des verwerfenden Kammes (und solchenfalls nach vorheriger Durchbrechung desselben) in der Linie derjenigen Richtung aufgesucht werden muss, nach welcher die Verschiebung beider Flötztheile vollzogen worden ist. An die Stelle dieser sehr allgemeinen Regel lässt sich aber gewöhnlich die besondere Regel setzen, dass der verworfene Flötztheil an der Sprungkluft entweder oberhalb oder unterhalb des vorhandenen Flötzquerschnittes zu suchen ist, je nachdem sich dieser letztere im Hangenden oder im Liegenden der Sprungkluft befindet.

Natürlich wird die Aufsuchung des verlorenen Flötztheiles oder (wie der Bergmann zu sagen pflegt) die Wiederausrichtung des Flötzes am sichersten längs der Sprungkluft selbst, und, wenn solche als ein Kamm oder Gang ausgebildet ist, an dem jenseitigen Salbande desselben erfolgen. Auch ist es einleuchtend, dass im Allgemeinen der kürzeste Weg zum Ziele durch eine, in der Ebene der Sprungkluft, rechtwinkelig auf die Kante des Flötzquerschnittes gezogene Linie vorgezeichnet sein wird, obwohl der bergmännische Betrieb gar häufig die Verfolgung einer andern Richtung nothwendig macht*). Allein die Richtung, nach welcher man in dieser Linie fortzugehen hätte, um den verlorenen Flötztheil aufzufinden, ist keinesweges in allen Fällen ohne Weiteres angezeigt.

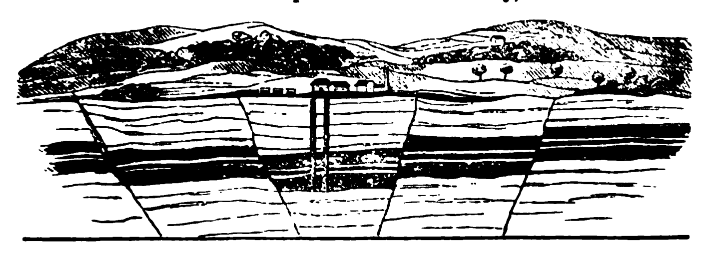
Weil jedoch die meisten Sprungklüfte eine gegen den Horizont geneigte Lage haben, und weil die grosse Mehrzahl der Verwerfungen durch eine Niederziehung des hangenden Gebirgstheiles in der Richtung der Falllinie der Sprungkluft erfolgt ist (I. 926), so ergiebt sich eben die vorerwähnte specielle Regel, dass man den verlorenen Flötztheil unterhalb oder oberhalb des vorhandenen Flötzquerschnittes aufzusuchen hat, je nachdem die Sprungkluft in ihrem Liegenden oder in ihrem Hangenden erreicht (oder angefahren) worden ist. Diese Regel für die Wiederausrichtung der Flötze gewährt in den meisten Fällen ein recht sicheres Anhalten; sie gewährt es selbst in denjenigen Fällen, da die Verwerfung durch eine Emportreibung des liegenden Gebirgstheiles bewirkt worden ist. Weil aber auch Ueberschiebungen (I, 927) und überhaupt Verwerfungen nach ganz anderen Richtungen, als nach der Falllinie der Sprungkluft vorkommen, so begreift man, dass es eigentlich in jedem Falle wesentlich darauf ankommt, die Richtung der Statt gefundenen Verschiebung zu ermitteln. Wurde diese Richtung lediglich durch die Wirkung oder Gegenwirkung der Schwerkraft bestimmt, so wird auch die obige Regel zum Ziele führen; war es aber eine ganz andere

*) Es ist nämlich gewöhnlich entweder die Falllinie, oder die Streichlinie der Sprungkluft, nach welcher die Wiederausrichtung des Flötzes entweder mittels einer geneigten, oder mittels einer horizontalen Strecke bewerkstelligt wird; in manchen Fällen verlässt man auch die Sprungkluft und geht querschlägig in der kürzesten Linie auf den verworfenen Flötztheil zu. Die speciellen Regeln und die mathematischen Formeln, welche in jedem einzelnen Falle zum Anhalten dienen, gehören jedoch in die Lehre von den besonderen Lagerstätten.

Richtung, nach welcher die Bewegung vollzogen wurde, so wird man, dafern nicht schon durch anderweite Erfahrungen ein Anhalten gegeben ist, sorgfältig darauf zu achten haben, ob an der Sprungkluft entweder eine Umstauchung oder Umbiegung des Flötzes, oder eine Fortschleifungsspur seines Materials zu entdecken ist; denn die Richtung, nach welcher solches Statt findet, ist jedenfalls die gesuchte.

Wo die Kohlenformation sehr regelmässig gelagert ist, und die Verwerfungen nur kleine Dimensionen erreichen, da wird die Zerstückelung der Flötze für den Bergbau keine bedeutenden Schwierigkeiten herbeiführen.

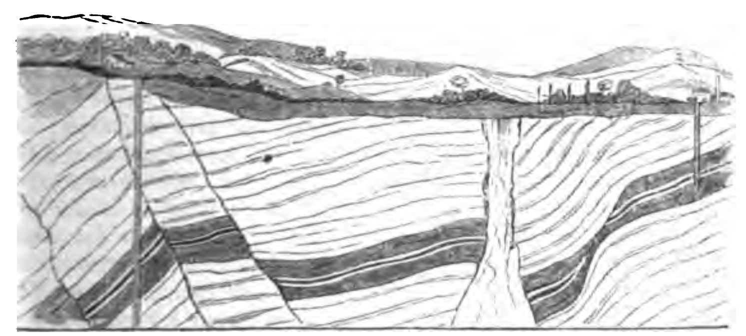
Ein solcher Fall ist z. B. in dem nachstehenden Holzschnitte dargestellt, welcher einen Durchschnitt des Hauptflötzes von Blanzy, im Bassin der Saône und



Loire, bei Lucie zeigt; dieses Flötz besitzt daselbst eine Mächtigkeit von 30 bis 36 Fuss, liegt fast horizontal, und ist von wiederholten Verwerfungen betroffen worden, welche jedoch selten eine grössere Verschiebung hervorgebracht haben, als die halbe Mächtigkeit des Flötzes beträgt.

Es kommen aber auch weit grössere und sehr unregelmässige Verwerfungen vor, bei denen die einzelnen Segmente des Schichtensystems nicht nur an einander verschoben, sondern auch gegen einander verstürzt, und in sehr verschiedene Lagen versetzt worden sind.

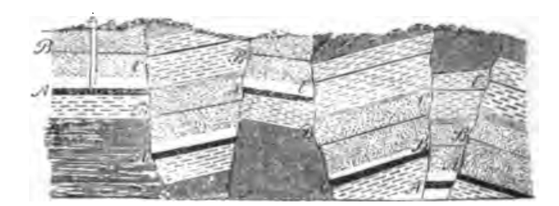
Einen Fall dieser Art veranschaulicht das folgende Bild, welches einen in der Vertical-Ebene des Fallens entworfenen Durchschnitt desselben Flötzes von Blanzy,



bei Montceau unweit Lucie, zur Darstellung bringt, aus dem ersichtlich ist, in welcher gewaltsamen Weise dort die einzelnen Segmente des Flötzes verschoben und aus einander gerissen sind.

Bis zu welchem Grade der Verwirrung endlich diese Zerstückelungen des Kohlengebirgs führen können, wenn sich grossartige Convulsionen der äusseren Erdkruste mit den Zerspaltungen des Schichtensystems vereinigt, oder auch, wenn sich diese letzteren als eine unmittelbare Wirkung der ersteren ausgebildet haben,

diess ist aus dem schon früher einmal mitgetheilten und hier abermals eingeschalteten Bilde zu ersehen, welches einen Theil des Kohlenreviers von Auckland in Durham darstellt. Dass der Steinkohlenbergbau bei solchen Verhältnissen mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen haben und mit ganz unvermeidlichen Unregelmässigkeiten behaftet werden wird, diess ist einleuchtend.



Wenn nun diese, durch Verwerfungen herbeigeführten Störungen des Gebirgsbaues schon bei horizontalen und schwach geneigten Flötzen recht auffallend hervortreten können, so werden solche dort noch weit auffallender, wo ein zu vielen Satteln und Mulden gefalteter Schichtenbau von zahlreichen und grossen Verwerfungen betroffen worden ist, dann treten mitunter so verwickelte Verhältnisse ein, dass es die grösste Aufmerksamkeit und Umsicht erfordert, um die abgeschnittenen Flötze wieder aufzufinden, und die Operationslinien des Bergbaus auf eine möglichst zweckmässige Weise durch die Störungen hindurch zu führen.

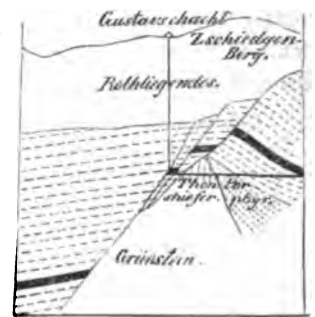
Die grösseren Verwerfungen, und unter ihnen besonders diejenigen, welche von wirklichen Gängen oder Kämmen gebildet werden, üben oft einen sehr nachtheiligen Einfluss auf die materielle Beschaffenheit der Kohlenflötze aus, indem solche auf grössere oder kleinere Distanzen hin zermalmt und zerrüttet, verunreinigt und ausgelaugt worden sind, weshalb die Kohle rusig, mager und oft ganz unbrauchbar erscheint. Auch bei den kleineren Verwerfungen kommen wohl ähnliche Verschlechterungen der Kohle vor, jedoch in geringerem Grade und ohne so weit einzudringen.

Im Kohlenbassin von Bristol sind nach Buckland und Conybeare längs den grösseren Verwerfungen die Kohlenflötze oft weithin, und zuweilen über 100 Fuss weit dermaassen zerrüttet, dass sie dort gar nicht abgebaut werden können. Der sogenannte *seventy-yard-dyke* in Northumberland, ein sehr mächtiger, aus Sandstein bestehender Verwerfungsgang, hat die von ihm durchschnittenen Kohlenflötze in einer Weise verändert, wie man sie sonst nur im Contacte mit plutonischen Gesteinen zu sehen gewohnt ist; die Kohle erscheint nämlich in der Berührung des Sandsteins fast wie Kok, und weiterhin rusig. In der Nähe der grossen Verwerfung, welche in Pennsylvanien das Bassin von Pottsville durchschneidet, sind die Anthracitflötze gewaltsam zerstaucht und in kleine eckige Stücke oder auch in linsenförmige Flatzschen zerquetscht, welche mit polirten Rutschflächen versehen sind.

Die grössten Verwerfungen, welche als Hauptstörungen des Gebirgsbaues aufgeführt werden, zeigen gewöhnlich ein steiles Fallen, und häufig ein transversales Streichen. Durch sie wird zuweilen ein Bassin vollständig durchschnitten, und in seinem ganzen Querschnitte mit anderen, entweder älteren oder jüngeren Formationen in Berührung gebracht, je nach-

dem die Verwerfung in diesem oder in jenem Sinne erfolgt ist. Die Klüfte dieser grossartigen Verwerfungen sind oft sehr weit, und dann mit Sandstein oder auch mit einem wild durch einander gestürzten Haufwerk von Gesteinsfragmenten erfüllt; auch pflegen die angränzenden Schichten oft auf grosse Distanzen abwärts oder aufwärts gebogen, zerbrochen und zersplittert zu sein, so dass es bisweilen sehr schwer hält, sich in der Nähe solcher Hauptstörungen gehörig zu orientiren.

Beispielsweise mögen folgende grössere Verwerfungen erwähnt werden. Im Westphälischen Kohlengebirge setzt zwischen Heisingen und Rellinghausen eine Verwerfung auf, an deren Nordseite alle Schichten 130 Lachter, oder mehr als 800 Fuss tiefer liegen, als an der Südseite. Das Kohlenrevier von Eschweiler unweit Aachen wird von zwei grossen Verwerfungen begränzt, welche die von NO. nach SW. streichende Mulde quer durchschneiden. Die eine derselben, die sogenannte Münstergewand, liegt auf der Südwestseite, und wirft das ganze Kohlengebirge auf der Nordostseite weit über 100 Lachter in die Tiefe; sie fällt genau in die Verlängerung des sogenannten Feldbisses, einer grossartigen Verwerfung des Wormreviers, so dass sie überhaupt auf 3 Meilen Länge bekannt ist. Die zweite, nordöstlich von ihr liegende Verwerfung ist die Sandgewand bei Eschweiler; diese schneidet das Kohlengebirge völlig ab, indem auf ihrer Nordseite das Thal von Gressenich nach Nothberg liegt, welches mit der Braunkohlenformation und mit Diluvialmassen erfüllt ist; erst bei Nothberg kennt man wieder die Fortsetzung des Kohlengebirges. — Das Bassin der Pfälzisch-Saarbrücker Kohlenformation wird in der ganzen Linie von Saarbrück bis nach dem Donnersberge von einer grossen Dislocationsspalte durchsetzt, an deren Nordseite Alles weit höher liegt, als an der Südseite. Im Döhlener Steinkohlengebirge bei Dresden existirt eine sehr bedeutende Verwerfung, welche dort unter dem Namen des rothen Ochsen bekannt ist. Auf der Nordostseite der grossen Döhlener Mulde liegt nämlich dort die kleinere Mulde von Birkicht, welche auf ihrer Südseite von jener Verwerfung begränzt wird, die 45 bis 70° in NO. einfällt. Von den Bauen des Gustavschachtes aus, in dessen Nähe das Flötz des liegenden Gebirgstheiles ungefähr in 400 F. Tiefe verloren wurde, hat man die Verwerfung in der Richtung ihrer Fall-Linie verfolgt, und dabei gefunden, dass das Kohlenflötz, und folglich das ganze Schichtensystem, anfangs durch wiederholte Sprünge in die Tiefe geworfen erscheint, weshalb die Verwerfung selbst anfangs eine staffelförmige Aufeinanderfolge mehrer, in zerstückelter Lagerung unter einander liegender Keile darstellt. Weiter abwärts scheint jedoch die Verwerfung in einem Sprunge fortzusetzen, bis zu 500 F. flacher Tiefe vom Schachte aus gerechnet, wo endlich der hangende Flötztheil mit flachem nordöstlichem Einfallen und in stetiger Ausdehnung ausgerichtet worden ist. Die Ausfüllung der Sprungkluft



besteht meist aus verhärtetem Schieferthon, welcher oft Kalkspath enthält, und von vielen spiegelnden Quetsch- und Rutschflächen durchzogen wird, deren Frictionsstreifen der Fall-Linie der Sprungkluft parallel sind. Diese grosse Verwerfung, welche in der Nähe des Gustavschachtes überhaupt gegen 700 F. flache Sprunghöhe erreicht, setzt von dort aus, einerseits bis nach Kohlsdorf, anderseits bis über Cunnersdorf fort, scheint jedenfalls durch eine Emportreibung des Liegenden gebildet worden zu sein, und hat den Effect gehabt, dass Thonschiefer, Porphyr und Grünsteine zu einer bedeutenden Höhe neben die Schichten

der Kohlenformation hinaufgedrängt wurden. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft V, S. 323 ff. — Berühmt ist in England der sogenannte *ninety-fathom-dyke*, eine das Kohlenrevier von Newcastle in ostwestlicher Richtung durchsetzende grosse Verwerfung, welche jedoch in ihrem mittleren Theile einen weit grösseren Betrag, als den von 90 Faden erreicht. Die Sprungkluft ist mit Sandsteinmasse erfüllt, und bald sehr schmal, bald bis 60 F. weit; sie fällt nach Norden ein, und hat den ganzen nördlichen Theil des Kohlenreviers von Newcastle in die Tiefe geworfen, so dass an ihrem östlichen Ende Rothliegendes und Zechstein neben den Schichten der Kohlenformation liegen. Ihre seigere Sprunghöhe, wie solche an dem High-main-Flötze erkannt worden ist, beträgt, in der drittehalb geogr. Meilen langen Strecke von Whitley nach West-Kenton, bei Whitley 600, bei West-Kenton 720, und in der Mitte bei Westmoor 1050 Fuss. Sie muss also nach beiden Seiten hin noch viel weiter fortsetzen, und es ist bemerkenswerth, dass die nördliche steile Begränzung des Crossfell genau in die Richtung dieser Verwerfung fällt. — Im westlichen Theile des Kohlendistrictes von Dudley in Staffordshire kennt man eine Verwerfung von 900, und bei Nailsea im Kohlenreviere von Bristol, ausser vielen kleineren Sprüngen, eine Verwerfung von 1200 F. seigerer Sprunghöhe. — Nach Prestwich ist in ganz England kein Kohlenfeld von gleicher Grösse so reich an grossartigen Dislocationen, wie jenes von Coalbrookdale in Shropshire; der *main-fault* oder der Hauptsprung beträgt über 1000 Fuss, und hat einige der tiefsten Flötze bis in das Niveau des Rothliegenden gebracht. — Das Pottsville-Bassin in Pennsylvanien wird der Länge nach von einer Verwerfung durchsetzt, welche auf ihrer Südseite eine ganz enorme, und gewiss mehre tausend Fuss betragende Senkung verursacht hat, während auf ihrer Nordseite die Conglomerate der Sharp-Mountains längs einer Linie von 30 Engl. Meilen heraufgeschoben, und in überkippter Stellung an die Kohlenformation angelehnt sind.

Wo mehre grosse Verwerfungen von paralleler Richtung hinter einander aufsetzen, und die Verschiebungen aller zwischen ihnen enthaltenen Gebirgsstücke in demselben Sinne Statt fanden, da wird sich eine staffelartige Architektur ausgebildet haben, welche bisweilen in den summarischen Sprunghöhen ganz ausserordentliche Effecte hervortreten, und einen Zusammenhang mit den Reliefformen der Erdoberfläche erkennen lässt; wie es denn wohl auch gar keinem Zweifel unterliegt, dass manche Gebirgsketten durch solche staffelartige Dislocationen gebildet worden sind*).

Das Bassin von Clackmannanshire in Schottland, am südlichen Fusse der Ochhills, wird von zweien, dieser Bergkette parallelen Sprüngen durchsetzt, von denen der eine 700, der andere 1230 Fuss Höhe erreicht, so dass das Kohlenrevier mit zwei colossalen Stufen nach den Porphyrbergen der Ochhills hinaufsteigt, und in drei Abtheilungen zerfällt. Milne zeigt in seiner Abhandlung über das Kohlenfeld von Mid-Lothian in Schottland, dass selbiges auf seiner Südseite durch 31 hinter einander liegende Verwerfungen um fast 5200 Fuss, auf seiner Nordseite durch 37 dergleichen Verwerfungen um mehr als 2400 Fuss aufwärts geschoben worden ist; die grössten dieser Verwerfungen betragen 400 bis 500 Fuss. —

*) Ueberhaupt darf man nicht glauben, dass die hier geschilderten Störungen nur auf die Steinkohlenformation beschränkt sind. Sie wiederholen sich mehr oder weniger im Gebiete aller Formationen, sind aber gerade in der Steinkohlenformation, in diesem Spielraume des wichtigsten und ausgedehntesten Bergbaues, am genauesten studirt und erforscht worden.

Ausser der vorerwähnten longitudinalen Dislocation kennt man im Bassin von Pottsville auch viele transversale Dislocationen; die vielen Schrunden und engen Schluchten in der Kette der Sharp-Mountains hängen fast alle mit diesen Dislocationen zusammen, daher die Kohlenflötze oft an der einen Seite einer solchen Schlucht vorhanden sind, an der anderen aber fehlen. Die grossartigste Verwerfung der Art liegt 9 Meilen östlich von Pottsville, wo der ganze Körper der Sharp-Mountains längs einer Schlucht um wenigstens $^1/_4$ Meile in horizontaler Richtung verschoben erscheint. H. Rogers, in *Second annual Report on the geol. explor. of the state of Penns.* 1838, *p.* 77 f.

Zu den secundären Störungen oder vielmehr Zerstörungen gehören endlich die theilweisen Auswaschungen und Abtragungen, welche manche Kohlenbassins durch ehemalige Stromläufe und Wasserfluthen erlitten haben, deren Betten mehr oder weniger tief und breit in die bereits gebildeten Schichten eingeschnitten worden sind, wobei denn auch die oberen Kohlenflötze schräg durchschnitten und oft auf grosse Strecken zerstört und fortgeschwemmt wurden. In den tiefsten Regionen des Bassins, wo die eigentliche Stromrinne ihren Verlauf hatte, da können solche alte Flussbetten zu tiefen und breiten Canälen ausgewühlt worden sein, welche die Stetigkeit der Kohlenformation in sehr auffallender Weise unterbrechen.

Bei Zwickau in Sachsen hat die Kohlenformation nach Norden hin eine solche Abtragung erfahren, durch welche eine schräge, nordwärts sanft einfallende Denudationsfläche gebildet worden ist, an welcher die noch weniger geneigten bis fast horizontalen Kohlenflötze eben so mit unteren Ausstrichen zu Ende gehen, wie sie nach Süden mit oberen Ausstrichen beginnen. Diese Verhältnisse konnten natürlich erst durch den Kohlenbergbau erkannt werden, weil die ganze Kohlenformation unter den Massen des Rothliegenden begraben liegt, vor dessen Ablagerung jene Denudationen und Zerstörungen Statt gefunden hatten. In dem Kohlenreviere des Forest of Dean in England kennt man alte Flussbetten, welche die tieferen Kohlenflötze durchschneiden, während sie von den oberen Kohlenflötzen in ungestörter Lagerung bedeckt werden; in ihrem Ausfüllungsmateriale kommen auch abgerundete Geschiebe von Steinkohle vor. Auch im Kohlenfelde von Newcastle sollen sich ähnliche Erscheinungen vorfinden. *Lyell, Manual of elem. Geol.* 5. *d. p.* 399.

Alle plutonischen Gesteinsformationen, welche, jünger als die Steinkohlenformation, in dem Gebiete derselben zur Eruption gelangt sind, können auf die Architektur und Lagerung derselben störend eingewirkt haben. Die von ihnen verursachten Störungen sind im Allgemeinen dieselben, wie sie auch in anderen Sedimentformationen vorkommen, und zeigen nur insofern einen eigenthümlichen Charakter, wiefern die Kohlenflötze, vermöge ihres brennbaren und zersetzbaren Materials, Veränderungen besonderer Art erlitten haben können, deren andere Gesteine gar nicht fähig sind.

Aufrichtung und Durchbrechung der Schichten, Durchschneidung derselben mit gangartigen Gebirgsgliedern, Verwerfungen und Zertrümmerungen des Gebirgsbaues, gewaltsame Einpressung von Trümern, Adern und anderen Apophysen: das sind die mechanischen Wirkungen, welche die eruptiven Gesteine in der Steinkohlenformation, eben so wie in jeder anderen Sedimentformation, hervorgebracht haben. Die chemischen Einwirkungen aber ge-

ben sich oft als Härtungen und Verdichtungen, als Frittungen und halbe Verglasungen der Sandsteine oder Schieferthone, als Verkokungen und andere Veränderungen der Steinkohle zu erkennen, welche wesentlich in einer Austreibung ihrer flüchtigen Bestandtheile begründet sind.

Für diese letzteren, der Steinkohlenformation eigenthümlichen Veränderungen mögen einige Beispiele angeführt werden. Bei Brassac unweit Brioude wird die Kohlenformation von einem Grünsteingange durchsetzt, welcher zahlreiche Fragmente von Schieferthon und Steinkohle umschliesst; diese Kohlenfragmente sind nach Dufrénoy sehr hart, stängelig abgesondert, äusserst porös und so wenig bituminös, dass sie fast wie Kok erscheinen; sie zeigen überhaupt völlig dieselben Veränderungen, wie solche in Northumberland durch die dortigen Trappgänge verursacht worden sind. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France. I, p.* 307. — In Northumberland ist das Nebengestein der Trappgänge durchgängig verändert; der Schieferthon erscheint hart, klingend, röthlich gefärbt, wie Porcellanit oder Kieselschiefer; der Sandstein gefrittet und zusammengesintert der Kalkstein körnig und weiss, oft wie Parischer Marmor; die Steinkohle endlich ist oft 30 und mehre Fuss weit verkokt, und dermaassen mit erdigen Theilen imprägnirt, dass sie 25 p. C. Asche giebt. Trevelyan beobachtete in einer der dortigen Kohlengruben an dem Salbande eines basaltischen Ganges Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgas; das durchschnittene Kohlenflötz selbst aber war zu beiden Seiten des Ganges verkokt und auf fast 40 Faden Entfernung von unbrauchbarer Beschaffenheit. — Sehr auffallend sind auch die Veränderungen, welche in Niederschlesien der Porphyr auf die Steinkohle dort ausgeübt hat, wo er (wie z. B. auf den Gruben Laura, Gnade Gottes, Friedrich Wilhelm Erbstollen) mit ihr in unmittelbare Berührung gekommen ist. Die Steinkohle erscheint wie Anthracit, brennt schwer und mit sehr schwacher Flamme, und giebt einen sehr geringen Glühverlust. Es ist hiernach nicht zu bezweifeln, dass der Porphyr eine mehr oder weniger vollständige Verkokung der Steinkohle bewirkt hat. Karsten, Unters. über die kohligen Substanzen des Mineralreichs, 1826, S. 160 f.

Mit den secundären Unterbrechungen und Dismembrationen, welche die Steinkohlenformation oftmals durch später eingeschobene Ablagerungen eruptiver Gesteine erlitten hat, dürften die ursprünglichen Unterbrechungen derselben nicht verwechselt werden, welche sie bisweilen da erkennen lässt, wo sie sich um präexistirende Kuppen älterer Formationen abgelagert hat. Dergleichen Berge, Kämme und Hügel, welche bald aus diesem bald aus jenem Gesteine bestehen können, ragten bisweilen, nicht nur am Rande, sondern wohl auch in der Mitte solcher Bassins auf, in welchen sich die Steinkohlenformation entwickelte. Dann werden sich ihre Schichten theils nur in denen, zwischen jenen Kuppen hinziehenden Vertiefungen, theils auch noch, obwohl in geringer Mächtigkeit, über den flacheren Kuppen selbst ausgebreitet haben, wodurch denn eine mehr oder weniger unterbrochene Lagerung verursacht wurde. Wenn später das ganze Bassin von einer jüngeren Formation, z. B. vom Rothliegenden, ausgefüllt worden ist, so werden vielleicht nur einzelne der höchsten Kuppen auch noch gegenwärtig zu Tage austreten, während die übrigen erst durch den Bergbau, als unterirdische Kuppen erkannt werden können.

Dieses Letztere ist z. B. der Fall am südlichen Rande des erzgebirgischen Bas-

sins, wo zwischen Lugau, Seifersdorf und Pfaffenhain mehre Thonschieferkuppen aus der Steinkohlenformation hervorragen, während doch Alles so stetig und gleichmässig vom Rothliegenden bedeckt ist, dass erst der Bergbau die Existenz jener Kuppen erkennen liess, welche den Werth der betreffenden Kohlenfelder bedeutend herabziehen. Auch in dem Döhlener Steinkohlenbassin bei Dresden ragen am nordöstlichen Rande mehre Kuppen des dortigen (älteren) Porphyrites aus der Kohlenformation auf, während in seinem südöstlichen Theile, bei Possendorf, eine hohe und langgestreckte Thonschieferkuppe sogar mitten im Bassin aus dem Rothliegenden aufragt.

Noch haben wir uns mit den Kohlenbränden und deren Wirkungen zu beschäftigen, da solche gleichfalls zu den secundären Störungen gerechnet werden können. Obgleich diese Steinkohlenbrände in einigen Fällen durch Unvorsichtigkeit oder Bosheit veranlasst worden sein mögen, so sind sie doch in den meisten Fällen als die Folgen einer wirklichen Selbstentzündung der Kohle zu betrachten. Dass dergleichen Selbstentzündungen Statt finden können, dafür liefern die bei manchen Kohlenwerken über Tage angehäuften Halden von Gruskohle oder Kohlenklein den besten Beweis, indem solche unter dem Einflusse der Luft und der Feuchtigkeit nicht selten in Brand gerathen; eine Erscheinung, welche besonders durch den häufigen Eisenkiesgehalt der Kohle begünstigt zu werden scheint. Während sich nämlich der Eisenkies in Eisenvitriol verwandelt, wird Wärme entwickelt, welche sich innerhalb des Kohlenschuttes, als eines sehr schlechten Wärmeleiters, allmälig dermaassen anhäufen kann, dass die Kohle bis zum Erglühen gelangt, und, bei einigem Luftzutritte, von selbst fortbrennt.

In den Kohlenbergwerken sind nun aber bisweilen alle Bedingungen vorhanden, welche eine solche Selbstentzündung der Steinkohle veranlassen können. Bei sehr mächtigen Flötzen ist nämlich ein ganz reiner Abbau derselben nicht wohl möglich, oder wenn die Oberbank aus schlechter kiesiger Kohle oder aus Brandschiefer besteht, so lässt man sie absichtlich stehen; es bleibt daher viel Kohle und Kohlenschutt in den ausgebauenen Räumen zurück. Da nun diese Räume sehr bald zu Bruche gehen, so häuft sich in den alten Bauen eine bedeutende Masse von brennbarem Schutte auf, welcher die Entstehung eines Grubenbrandes ermöglicht. Findet nun in diesen Räumen noch Luftcirculation oder, wie der Bergmann sagt, Wetterwechsel Statt, so wird, unter Mitwirkung der Feuchtigkeit, die Zersetzung der Kiese beginnen, und allmälig eine solche Temperatur-Erhöhung bewirken, dass sie eine Entzündung zur Folge hat. Das einmal begonnene Feuer wird durch den Wetterwechsel genährt und angefacht, und so pflanzt sich der Brand immer weiter fort, bis er endlich aus den alten Bauen in die noch unaufgeschlossenen Flötztheile eindringt, und auch diese verzehrt.

Ganz unverritzte, d. h. durch den Bergbau noch gar nicht aufgeschlossene Kohlenflötze gerathen wohl sehr selten in Brand, weil die compacte, von anderen Gesteinen allseitig umschlossene, und von der atmosphärischen Luft abgesperrte Kohle der Entzündung nicht fähig ist. Dergleichen Flötze können sich daher nur an ihrem Ausgehenden entzünden, wo sie entweder zu Tage frei ausliegen, oder unter einer, den Luftzutritt nicht gänzlich absperrenden Bedeckung von aufgeschwemmtem Lande anstehen.

In Oberschlesien sind einige Beispiele der Art vorgekommen, von welchen

das eine, auf der Hedwiggrube bei Chorzow, deshalb sehr räthselhaft wird, weil das dortige verbrannte Flötz 12 bis 15 Lachter, also bis 100 Fuss unter Tage lag und mit der atmosphärischen Luft in keiner unmittelbaren Verbindung gestanden haben konnte. Versuch einer geogn. Beschr. von Oberschlesien, von v. Oeynhausen, 1822, S. 162.

In der Regel bricht ein Kohlenbrand nur im abgebauten Felde (im sogenannten alten Manne) aus, und verbreitet sich erst von dort aus in die noch unverritzten Flötztheile. Er giebt sich durch einen eigenthümlichen brandigen Geruch und durch die höhere Temperatur zu erkennen, welche beide um so empfindlicher werden, je näher man dem Brandfelde kommt. Auf der Erdoberfläche aber, oder über Tage, verräth sich ein in der Tiefe Statt findender Kohlenbrand durch förmliche Fumarolen, oder fortwährend aufsteigende Rauchsäulen, welche nicht selten Schwefel, Salmiak und andere Salze absetzen, durch eine auffallende Wärme des Erdbodens, und durch grosse, oft weit fortsetzende Einsenkungen und Erdfälle, welche dadurch entstehen, dass sich das Gebirge über den hohlen Räumen der ausgebrannten Kohlenflötze zusammensetzt. Die dem Brande zunächst ausgesetzten Gesteinsschichten, und namentlich die unmittelbar im Hangenden der verbrannten Flötze anstehenden Schichten sind mehr oder weniger verändert, gefrittet und verschlackt; der Schieferthon insbesondere erscheint roth gebrannt wie Ziegel, oder zu sogenanntem Porcellanjaspis umgewandelt, wobei übrigens die in ihm eingeschlossenen Pflanzenabdrücke vortrefflich erhalten zu sein pflegen, so dass ihre Form und die Sculptur ihrer Oberfläche weit schärfer und deutlicher hervortreten, als in dem ungebrannten Schieferthone.

Da man in den meisten durch den Bergbau aufgeschlossenen Territorien der Steinkohlenformation dergleichen Kohlenbrände kennt, so gehören sie keinesweges zu den seltenen Erscheinungen. Im Zwickauer Steinkohlengebirge sind die vorerwähnten Wirkungen derselben sehr schön am linken Muldenufer, südlich von Planitz zu beobachten, wo sich am Ausgehenden des dortigen verbrannten Flötzes eine bedeutende Brandwüstung verfolgen lässt, und der Erdboden stellenweise so warme Dämpfe liefert, dass ein Treibhaus für exotische Pflanzen angelegt werden konnte. Der sogenannte brennende Berg bei Duttweiler im Saarbrücker Kohlengebirge zeigt die Phänomene des Kohlenbrandes gleichfalls in einem grossartigen Maassstabe, und das Brandfeld der Fannygrube in Niederschlesien soll zumal bei Nacht einen äusserst imposanten Anblick gewähren. Bei Chateau-Gaillard im Bassin von St. Etienne ist der Brand seit vielen Jahren im Gange, zeigt aber gegenwärtig nur wenig Intensität. Man sieht nur Fumarolen, in denen wässerige und schwefelige Dämpfe ausströmen, und welche schon aus der Ferne am frischen Grün des sie umgebenden Rasens zu erkennen sind. Am Mont brûlant, bei Cransac im Kohlenrevier des Aveyron, findet man gefrittete und halb verglaste Gesteine, Erdschlacken, Porcellanite u. s. w., auch kraterförmige Einsenkungen des Terrains, aus welchen Dampfsäulen aufsteigen, während sich an den Gesteinswänden Efflorescenzen von Schwefel, Salmiak und schwefelsauren Salzen bilden.

§. 357. *Lagerung der Steinkohlenformation.*

Die grosse technische Wichtigkeit der Steinkohlenformation erfordert eine etwas ausführlichere Betrachtung ihrer allgemeinen Lagerungsverhältnisse.

Als drittes oder viertes Hauptglied in der Reihe der paläozoischen Formationen wird sie da, wo diese Reihe vollständig vorliegt, über der devonischen und unter der permischen Formation gelagert sein; und in der That ist diese Lagerung in vielen Ländern nachgewiesen und dadurch die eigentliche bathrologische Stellung der carbonischen Formation bestimmt worden.

Da jedoch die Reihe der paläozoischen Formationen nicht überall in ihrer Vollständigkeit zur Ausbildung gelangt ist, so werden wir auch erwarten können, die Steinkohlenformation oft unmittelbar der silurischen, oder der primitiven Formation, oder auch dem Granite und anderen älteren Eruptiv-Formationen aufgelagert zu finden; so wie sie auch häufig nicht von der permischen, sondern von irgend einer anderen jüngeren Formation überlagert sein, oder auch gänzlich unbedeckt zu Tage austreten wird.

Die Auflagerung der Steinkohlenformation auf der devonischen Formation findet oftmals mit so völlig concordanter Lagerung Statt, und die Architektur beider Formationen lässt dann eine so vollkommene Uebereinstimmung erkennen, dass wir in solchen Fällen zu der Folgerung berechtigt sind, es sei die Bildung beider innerhalb eines und desselben grossen Bassins, ohne eine auffallende Unterbrechung der sedimentären Operationen, vollzogen, und es seien später beide Formationen gleichzeitig von denselben grossen Bewegungen der Erdkruste ergriffen worden, und zu ihrer gegenwärtigen Architektur gelangt. Dann findet aber auch an der Gränze derselben bisweilen eine so grosse Aehnlichkeit der beiderseitigen Gesteine, eine so allmälige Herausbildung der einen aus der anderen Statt, dass es fast unmöglich wird, eine scharfe Demarcationslinie zu ziehen.

Da nun in manchen Ländern auch die silurische Formation mit ganz ähnlichen Verhältnissen unter der devonischen Formation getroffen wird, wie diese unter der carbonischen Formation, so wird in solchen Fällen jene Folgerung über die Stetigkeit der Entwickelungsfolge und über die Identität der Dislocationsepoche auf alle drei Formationen auszudehnen sein.

In Westphalen folgt die Steinkohlenformation mit durchaus gleichförmiger Lagerung auf die devonische Formation, und die Architektur der einen wiederholt sich genau in jener der anderen. Diess hat schon v. Hövel in seinen Geognostischen Bemerkungen über das Gebirge der Grafschaft Mark (1806) gezeigt, und später v. Dechen noch weit ausführlicher im ersten und zweiten Bande von Nöggerath's Gebirge in Rheinland Westphalen nachgewiesen. Dasselbe gilt von dem auf dem linken Rheinufer, bei Aachen und Eschweiler, bekannten Territorium der Steinkohlenformation, in dessen Verhältnissen zu der devonischen Formation Schulze einen Beweis erkannte, „dass das alte Kohlengebirge nur als eine Fortbildung des Thon- und Grauwackenschiefers zu betrachten sei"; und genau so verhält sich die Sache in dem Kohlenterritorium Belgiens, von welchem Omalius d'Halloy erklärte, es sei mit der devonischen Formation so innig verknüpft, dass es fast unmöglich werde, eine Gränzlinie anzugeben. Ueberhaupt also bestätigt sich für diese ganze Nordrheinische Kohlenformation, was C. L. Schmidt im Jahre 1821 sagte: „Auf der ganzen Linie von Namur, Lüttich, Aachen, Eschweiler durch die Grafschaft Mark bis zum Herzogthum Westphalen zeigt sich das ältere Kohlengebirge als eine ununterbrochene Fortbildung des Uebergangsgebirges,

und man ist hier nirgends im Stande, die Gränzlinie zwischen beiden zu bestim-
men; ich habe solche vier Jahre lang, bei meinen öfteren Bereisungen jener Ge-
genden, mit aller Mühe aufgesucht, aber ich fand nirgends etwas Anderes, al
einen allmäligen Uebergang des Grauwackengebirges in das Steinkohlengebirge
Karstens Archiv, Bd. IV, S. 31.

Auch in Oberschlesien schliesst sich die Kohlenformation auf das Innigst
an die Uebergangsformation an; bei Hultschin gelangt man ganz allmälig aus den
Thonschiefer und Alaunschiefer in den Kohlensandstein, welcher anfangs noch
völlig wie Grauwacke erscheint. „Hier fehlen alle Gränzsteine zwischen den bei-
den Formationen; nur die Sichtbarkeit der Steinkohle sagt erst, dass man ein an-
deres Gebiet betreten habe." Schulze, in Leonhard's min. Taschenbuch, X, 1816
S. 121. Diess wird auch vollkommen durch die späteren, sehr umfassenden Un-
tersuchungen v. Oeynhausens bestätigt. Versuch einer geognost. Beschreib. von
Oberschlesien, 1822, S. 133 und 413 ff.

In Devonshire ist die Steinkohlenformation längs ihrer ganzen Nordgränze
von Fremington bei Barnstaple bis nach Bampton, der devonischen Formation
durchaus gleichförmig aufgelagert und dermaassen assimilirt, dass zwischen
beiden nur eine ideale Gränze gezogen werden kann. Es scheint dort durchaus
keine Unterbrechung, keine Zwischenzeit zwischen der Bildung der Grauwacken-
formation und des Kohlengebirges Statt gefunden zu haben; im Gegentheile spricht
Alles für ein allmäliges Verlaufen und Uebergehen beider Bildungen. Desungeachtet
aber müssen während der Entwickelungsperioden beider Formationen wesentlich
verschiedene Bedingungen gewaltet haben, da die obere sehr reich an Kohlen und
Pflanzenresten ist, während die untere gar keine Pflanzenreste, und dagegen viele
Korallen, Krinoiden und Conchylien umschliesst. *De-la-Beche, Report on the
Geol. of Cornwall etc. p.* 102, 114, 121.

Die Nordrussische Steinkohlenformation liegt vollkommen concordant auf der
dortigen devonischen Formation, welche ihrerseits eben so regelmässig von der
silurischen Formation unterlagert wird. Dass auch in Nordamerika alle drei For-
mationen in concordanter Lagerung auf einander folgen, und in den Gegenden der
Alleghanies zugleich von denselben Dislocationen betroffen worden sind,
diess ist durch zahlreiche Beobachtungen erwiesen, und auch aus denen S. 191
und Band I, S. 949 mitgetheilten Profilen zu ersehen. In mehren Gegenden Eng-
lands, z. B. in der Caermarthen-Bay in Pembrokeshire und anderwärts, sieht man
die silurische, die devonische und die carbonische Formation in völlig gleichförmi-
ger Lagerung über einander liegen.

Wo dagegen zwischen der Steinkohlenformation und den älteren Formatio-
nen discordante Lagerung Statt findet, da wird nothwendig eine Un-
terbrechung der Entwickelungsfolge anzunehmen sein, da müssen diese
älteren Formationen nicht nur mehr oder weniger bedeutende Dislocationen.
sondern auch eine Abtragung und Nivellirung ihrer Oberfläche erlitten haben,
ehe die Auflagerung der Steinkohlenformation erfolgte.

Dass nun solches fast überall der Fall ist, wo die Kohlenformation im Ge-
biete des alten Gneisses oder der Urschiefer auftritt, diess kann uns
wohl nicht wundern, weil ja diese Formationen ein bedeutend höheres Alter
besitzen, und jedenfalls unter ganz anderen Verhältnissen und durch ganz an-
dere Operationen gebildet worden sind, als die Steinkohlenformation. Wenn
dagegen eine der Uebergangsformationen, ganz besonders aber wenn die de-
vonische, also die unmittelbar vorausgehende Formation in discordanter La-

gerung unter der Steinkohlenformation getroffen wird, dann gewinnt die Erscheinung ein grosses Interesse, weil sie den Beweis liefert, dass zwischen der Bildung beider Formationen eine Epoche, ja vielleicht eine sehr lange Pause, und zwar eine durch gewaltsame Bewegungen der äusseren Erdkruste bezeichnete Pause eingetreten sein müsse. Eine ähnliche Folgerung wird auch in der Regel da gerechtfertigt sein, wo die Steinkohlenformation unmittelbar auf älteren Graniten, Porphyren und anderen eruptiven Gesteinen gelagert ist.

In discordanter Lagerung finden wir z. B. die Steinkohlenformation auf altem Thonschiefer im Döhlener Bassin bei Dresden, auf derselben Schieferbildung sowohl als auf der Uebergangsformation im Erzgebirgischen Bassin bei Zwickau, Wildenfels und Würschnitz. Eben so ist ihre Lagerung bei Ronchamps in den Vogesen, wo die fast verticalen Schichten der Uebergangsformation in einer sanft geneigten Fläche abgeschnitten sind, welche die Auflagerungsfläche für die Kohlenformation geliefert hat. Entschieden discordant auf der Uebergangsformation ist auch die Lagerung des grossen Mittelrheinischen oder Pfälzisch-Saarbrücker Kohlenbassins; denn an der ganzen Nordgränze desselben liegen die, 18 bis 20° nach Süden einfallenden Schichten der Kohlenformation auf den fast senkrechten Schichten des Schiefers und der Grauwacke. Es ist diess eine merkwürdige Thatsache, weil sich die Nordrheinische Kohlenformation durchaus in gleichförmiger Lagerung an die Uebergangsformation anschliesst. Man muss daher, wie F. Römer bemerkt, entweder für den Hunsrück eine besondere ältere Hebung annehmen, oder eine relative Altersverschiedenheit zwischen diesen beiden Territorien der Steinkohlenformation zugestehen. Das Rheinische Uebergangsgebirge, S. 5. — Auch in Irland hat Weawer die Kohlenformation überall in abweichender, und meist in fast horizontaler Lagerung über den steilen Schichten der Uebergangsformation nachgewiesen; wie denn in England gleichfalls discordante Lagerung vielorts Statt findet.

Die Niederschlesische Kohlenformation ruht bei Charlottenbrunn unmittelbar auf Gneiss; das Kohlenbassin von St. Etienne ist theils auf Gneiss und Glimmerschiefer, theils auf Granit gebettet; das auf dem 8000 Fuss hohen Plateau von Bogotá in Südamerika liegende flache Bassin ruht nach Evan Hopkins discordant auf den verticalen Schichtenköpfen der primitiven Formation; das Kohlenbassin von St. Hippolyte in den Vogesen, das von Epinac und von Creusot im Départ. der Saône und Loire, die Kohlenformation am Thüringer Walde, sowie jene von Rastatt in Baden, und viele andere liegen unmittelbar auf Granit. Das Döhlener Bassin in Sachsen ist an seinem nordöstlichen Rande dem Syenite und einem quarzfreien Porphyr aufgelagert.

Diese verschiedenen Lagerungsverhältnisse zu den älteren Formationen beweisen übrigens, dass die Periode der Steinkohlenformation eine sehr lange Dauer gehabt haben müsse, und dass die Natur hier früher, dort später zur Ausbildung derselben verschritten sei, weshalb sich denn auch jüngere und ältere Steinkohlen-Territorien unterscheiden lassen, obwohl sie insgesammt auf eine und dieselbe grössere Formation zu beziehen sind.

Besonders merkwürdig sind auch diejenigen seltenen Fälle, da die jüngere Abtheilung der carbonischen Formation auf einer anderen, gleichfalls steinkohlenführenden älteren Abtheilung in discordanter Lagerung aufruht, weil durch sie die Existenz wesentlich verschiedener Kohlenformationen am bestimmtesten erwiesen wird.

So liegen in Sachsen die tiefsten Sandsteine des Flöher Bassins zwischen Ob- wiesa und Lichtenwalde horizontal auf den bis zu 70° aufgerichteten Conglomer- schichten der Kohlenformation von Ebersdorf. Geogn. Beschr. des Königr. Sachs. Heft 2, S. 395. In Frankreich liegt das kleine Bassin von Minières, zwisch Doué und Concourçan, abweichend und übergreifend auf der Kohlenformation v Saint-Georges-Châtelaison, und eben so das Bassin von Saint-Pierre-la-Cour u weit Laval (Mayenne) discordant auf der anthracitführenden Formation der dortig Gegend. Wenn also diese letztere, neueren Untersuchungen zufolge, der eigen lichen Steinkohlenformation zugehört, so würde jenes Bassin von Saint-Pierre en weder der permischen Formation, oder einer jüngeren Fortsetzung der Steinko lenformation angehören, worüber wohl nur durch eine specielle Untersuchu seiner Flora entschieden werden kann.

In nationalökonomischer und bergmännischer Hinsicht ist es von besonde rer Wichtigkeit, zu wissen, welche Formation gewöhnlich zunächst übe der Steinkohlenformation zu liegen pflegt. Wo die Formationsreihe vollständ entwickelt ist, da wird es natürlich die permische Formation sein, welch diesen Platz einnimmt; und in der That finden wir in mehren Gegenden Euro pas das mächtigste und unterste Hauptglied der permischen Formation, nämlic das Rothliegende, unmittelbar über der Steinkohlenformation abgelager Ja, es ist dieses Zusammenvorkommen des Rothliegenden mit der Steinkoh lenformation innerhalb derselben Landstriche, es ist diese Ablagerung bei der innerhalb derselben Bassins eine so gewöhnlich vorkommende Erschei nung, dass dadurch früher die Ansicht hervorgerufen wurde, die Steinkohlen formation sei nur als eine Einlagerung des Rothliegenden, als ein mächtige Formationsglied der permischen Formation zu betrachten.

Diese Ansicht wird jedoch schon dadurch widerlegt, dass in manchen sehr ausgedehnten Territorien der Steinkohlenformation, wie z. B. in Irland und Nordamerika, eben so wie in vielen kleineren Kohlenbassins, wie z. B. in denen Centralfrankreichs, durchaus gar keine, dem Rothliegenden zu ver- gleichende Bildung vorhanden ist, und dass das Rothliegende dort, wo es die Steinkohlenformation begleitet, in der Regel discordant und übergrei- fend auf ihr lagert, indem es aus dem Bereiche derselben in das Gebiet ganz anderer Formationen hinausreicht. Aber auch die beiderseitigen paläonto- logischen Charaktere widerlegen jene Ansicht, indem die organischen Ueberreste der permischen Formation überhaupt, und die Pflanzenreste des Rothliegenden insbesondere (wie v. Gutbier zuerst gezeigt) von denen der Steinkohlenformation verschieden sind. Die bisweilen unter der Steinkohlen- formation liegenden rothen Sandsteine, Schieferletten und Thonsteine aber ge- hören theils, als *old red sandstone,* noch der devonischen, theils schon der carbonischen Formation selbst an, und können uns im letzteren Falle blos des- halb, weil sie roth gefärbt und überhaupt petrographisch dem Rothliegen- den ganz ähnlich sind, durchaus nicht berechtigen, sie auch bathrologisch mit dem Rothliegenden zu identificiren. Solche, auf blose petrographische Aehnlichkeiten gegründete Formationsbestimmungen gehören freilich zu den häufigen und sehr verzeihlichen Irrthümern der älteren Geognosie.

Daher hat man denn wohl gegenwärtig diese Ansicht von der Zugehörigkeit der Steinkohlenformation zu der Formation des Rothliegenden eben so als aufgegeben zu betrachten, wie jene noch weit allgemeinere und einstmals mit Beifall aufgenommene Idee, dass das Rothliegende einschliesslich der Kohlenformation, der bunte Sandstein und der Keuper gewissermaassen eine einzige grosse Sandsteinformation repräsentiren, welche durch den Zechstein und den Muschelkalk in drei Etagen gesondert werde.

Dergleichen petrographische Zusammenraffungen können keinen Anspruch darauf machen, als naturgemässe geognostische Combinationen zu gelten; man ist sogar geneigt gewesen, den *old red sandstone* in diese Colluvies von rothen Sandsteinbildungen aufzunehmen, wogegen jedoch Buckland und Conybeare schon 1824 Protest eingelegt haben, indem sie sagten: *should we agree, to throw these together, we might with equal propriety consider all groups of strata, in which beds of limestone occur, as belonging to one great calcareous formation. But this would be in fact to confound together almost all the rocks, with which we are acquainted. Trans. of the geol. soc. 2. ser. I, 1824, p. 316.*

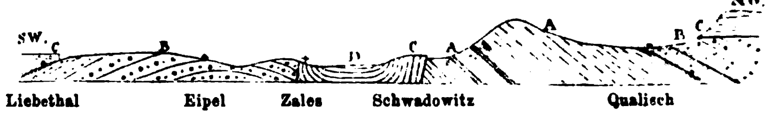
Desungeachtet kann nicht geläugnet werden, dass in manchen Gegenden durch concordante Lagerung ein sehr inniges Anschliessen des Rothliegenden an die Steinkohlenformation vermittelt wird; wie denn auch das Rothliegende, oder das permische System überhaupt, in seinen unteren Lagen nicht selten kohlenführende Einlagerungen umschliesst, welche in ihren petrographischen und geotektonischen Eigenschaften eine grosse Aehnlichkeit mit den kohlenführenden Schichtensystemen der carbonischen Formation, und zum Theil noch manche Pflanzenformen erkennen lassen, welche man sonst nur in dieser Formation zu finden pflegt*). Dergleichen Verhältnisse können aber wohl bei zweien, unmittelbar auf einander folgenden Formationen einer und derselben grossen Periode, als natürliche Folgen ihrer unmittelbaren Succession erwartet werden, und finden sich auch bisweilen in ganz ähnlicher Weise zwischen der carbonischen und der devonischen Formation. Wie wenig sie aber da, wo sie abwärts vorkommen, zu einer Vereinigung der Steinkohlenformation mit der devonischen Formation berechtigen, so wenig gewähren sie da, wo sie aufwärts angetroffen werden, einen triftigen Grund zur Vereinigung derselben mit dem Rothliegenden.

Jedenfalls aber gewinnt die so häufig beobachtete räumliche Association des Rothliegenden und der Steinkohlenformation eine grosse praktische Wichtigkeit, weil sie uns in vielen Fällen berechtigt, die letztere unter dem ersteren vorauszusetzen, und solche durch zweckmässig eingeleitete bergmännische Arbeiten aufzusuchen, bei denen freilich das oftmals vorkommende Uebergreifen des Rothliegenden aus dem Gebiete der Steinkohlenformation

* Diess ist z. B. im erzgebirgischen Bassin bei Grüna unweit Chemnitz vorgekommen, wo in der unteren Etage des Rothliegenden, bei 800 Ellen Tiefe, ein Kohlenflötz zwischen grauen Schieferthonen und Sandsteinen durchsunken wurde, welche noch viele ächt carbonische Pflanzen umschliessen; zum Beweise, dass die Umbildung der carbonischen in die permische Flora nur ganz allmälig erfolgt ist.

in das Gebiet älterer, angränzender Formationen wesentlich zu berücksichtig sein wird.

Die Steinkohlenformation wird von dem Rothliegenden, obwohl nur mit geri ger Abweichung der beiderseitigen Schichtenstellung, so doch entschieden disc dant überlagert im Erzgebirgischen Bassin bei Zwickau, Würschnitz und Chemnit sowie im Döhlener Bassin unweit Dresden, wie denn gerade in Sachsen durch d Revisionsarbeiten der geognostischen Landesuntersuchung für sämmtliche V kommnisse der Kohlenformation das alte Dogma von der Zugehörigkeit derselb zur Formation des Rothliegenden auf das Bestimmteste widerlegt worden ist. F das Niederschlesische und angränzende Böhmische Steinkohlenterritorium war m lange in demselben Irrthume befangen, dass es ein dem Rothliegenden eingesch tetes Formationsglied sei, dessen wirkliche Auflagerung auf einer untere Etage des Rothliegenden, namentlich in Böhmen sehr deutlich vorliegen soll Dieser Irrthum ist jedoch später durch v. Warnsdorff in einem kurzen aber inhalt reichen Aufsatze*) berichtigt worden, in welchem der Verfasser zeigte, dass d dortige sogenannte untere Rothliegende mit dem oberen Rothliegenden iden tisch, aber durch eine merkwürdige Dislocation in ein solches Niveau und eine solche Stellung zu der Steinkohlenformation gebracht worden ist, dass e den Anschein gewinnt, als ob ihm diese letztere aufgelagert sei. Diess ist unte Anderem sehr einleuchtend in dem Profile von Eipel über Kl. Schwadowitz nac Qualisch. In der Gegend von Eipel bildet nämlich das Rothliegende einen flachen Sattel, dessen südwestlicher Flügel bei Liebethal von horizontalem Quadersandste bedeckt ist, wogegen der nordöstliche Flügel plötzlich bei Zales durch vertical Plänerschichten, also ebenfalls durch Schichten der Kreideformation unterbroch wird, welche zwar weiterhin horizontal liegen, zuletzt aber bei Klein-Schwadowit als Grünsand und Quader mit sehr steilem südwestlichem Einfallen endigen, wor- auf sogleich die Steinkohlenformation beginnt. Diese letztere besteht dort vorw tend aus weissem und grauem, äusserlich roth gefärbtem Sandsteine, welcher da



A. Kohlenformation. B. Rothliegendes. C. Quader. D. Pläner.

sogenannte Faltengebirge constituirt, und zwei Züge von Schieferthon mit Kohlen- flötzen umschliesst; seine Schichten fallen anfangs über 60°, weiterhin allmälig weniger, und zuletzt nur noch 20° in Nordost; über ihm folgt bald in nur wenig abweichender Lagerung das Rothliegende, ganz von derselben Beschaffenheit wie bei Eipel, und endlich wieder fast horizontaler Quadersandstein**). Dieses äussers

*) Derselbe erschien unter dem Titel: Geognostische Notiz über die Lagerung des Nachoder Steinkohlenzuges, im Neuen Jahrbuche für Min. 1841, S. 432 f.

**) Nach einer Mittheilung Beyrich's (in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 8, S. 17 haben wir in diesem Profile die Darstellung der Plänerschichten zwischen Zales und Schwa- dowitz berichtigen lassen; sie bilden nämlich keine verticale Zone, wie es in der ersten Auflage angedeutet war, sondern eine Mulde mit verticalen Flügeln und horizontalem Bauche. Diese Berichtigung betrifft also rücksichtlich der hier vorliegenden Frage eine blose Nebensache. Der wichtige Nachweis, den v. Warnsdorff in seiner Notiz gab dass nämlich das bei Eipel auftretende Rothliegende mit jenem bei Qualisch identisch ist, dass beide durch eine einseitige Hebung, welche das Steinkohlengebirge mit heraufdrängte, aus ihrem Zusammenhange gebracht worden sind, und dass auf der Hebungs- kluft ein Theil der Kreideformation in gestörter Lagerung eingesunken ist; dieser Nach-

merkwürdige Lagerungsverhältniss ist nun offenbar so zu erklären, dass **nach** der Bildung der Kreideformation der östlich von Zales liegende Theil der äusseren Erdkruste gewaltsam nach NO. aufwärts gedrängt und in eine stark geneigte Lage versetzt worden ist, während der südwestlich angränzende Theil zurück blieb; dabei entstand eine weit gähnende Spalte, in welche ein ganzes Schichtensystem der Kreideformation dergestalt hinabrutschte, dass es zwischen die erhobenen, und die in der Tiefe gebliebenen Schichten eingeklemmt, und zu einer Mulde mit senkrechten Flügeln umgebogen wurde. Durch spätere Abtragungen und Zerstörungen ist das Ganze endlich so ausgebildet worden, wie es gegenwärtig vorliegt. Indem man aber die eigenthümliche Lagerung der zwischen Zales und Klein-Schwadowitz eingeklemmten Plänerzone übersah, glaubte man, die bei letzterem Orte nordöstlich einfallende Kohlenformation werde von dem bei Zales gleichfalls nordöstlich einfallenden Rothliegenden eben so unterteuft, wie sie bei Qualisch von Rothliegendem bedeckt wird, und fand hierin einen Hauptbeweis für die Ansicht, dass die Niederschlesisch-Böhmische Kohlenformation dem Rotbliegenden eingelagert und untergeordnet sei.

Das Pfälzisch-Saarbrücker Steinkohlenbassin wird vom Rothliegenden theils concordant, theils discordant überlagert, welches letztere auch von dem sogenannten Vogesensandsteine gilt, der von Manchen als ein Aequivalent des Rothliegenden betrachtet worden ist, und zwischen Gersweiler und Saarbrück fast horizontal auf den mehrfach undulirten Schichten der Kohlenformation aufliegt. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 52. In den Vogesen selbst aber erscheint das eigentliche Rothliegende mit wenig Ausnahmen (wie z. B. bei Ronchamps) der Steinkohlenformation in discordanter Lagerung aufgesetzt, und es ist daselbst die durch diese Lagerung ausgesprochene Discontinuität beider Bildungen um so interessanter, weil die Gegenwart von rothen und blaulichen Thonsteinen in beiden auf eine Identität der Formationen zu verweisen scheint. *Explic. de la carte géol. de la France, I, p.* 410. Die Verhältnisse scheinen dort ähnliche zu sein, wie im Döhlener Bassin bei Dresden.

In England liegt die permische Formation vielorts discordant über den steil aufgerichteten Schichten der Steinkohlenformation; indessen findet auch in einigen Gegenden, wie z. B. stellenweise in Yorkshire, besonders aber in Shropshire **concordante** Lagerung Statt. Bei Shrewsbury z. B., wo das Kohlengebirge an den Breidden-Hills unter dem Rothliegenden hervortritt, liegt dieses letztere nicht nur gleichförmig auf dem ersteren, sondern ist sogar durch Gesteinsübergänge mit ihm verbunden. Dasselbe ist der Fall in Coalbrookdale, wo Prestwich die Gleichförmigkeit der Lagerung und dieselben Uebergänge nachgewiesen hat; ähnliche Verhältnisse scheinen sich auch anderwärts zu wiederholen, so dass überhaupt die Kohlenreviere von Shropshire die **jüngste** Etage der Steinkohlenformation darstellen, welche nach oben durch gleichförmige Lagerung und Gesteinsähnlichkeit mit dem Rothliegenden (oder *lower new red sandstone*) verknüpft ist. Dieselbe Etage ist es auch, welche mehrorts die oben S. 464 erwähnten Lager von Süsswasserkalkstein beherbergt. *The Silurian System, p.* 81, 100 und 139. Bei Dudley in Staffordshire findet gleichfalls ein sehr inniges Anschliessen der Kohlenformation an das Rothliegende Statt, und in Neuschottland zeigt die oberste Abtheilung der Steinkohlenformation, welche Dawson als **neuere** Kohlenformation

---

Es wird in keiner Weise **dadurch** alterirt, ob jener Theil der Kreideformation in der Form einer verticalen Zone, oder in der Form einer Mulde herabrutschte. Beyrich erwähnt übrigens, dass bei Schwadowitz noch ein schmaler Streifen Rothliegendes in verticaler Stellung zwischen den Schichten der Kreide und des Kohlengebirges eingeklemmt sei, was nur zur Bestätigung der von v. Warnsdorff aufgestellten Ansicht dienen kann.

beschrieben hat, eine grosse Aehnlichkeit mit dem Rothliegenden. *Quarter Journ. of the geol. soc. I*, 1845, *p.* 322 ff.

Zum Schlusse dieser Betrachtungen über die Lagerungsverhältnisse der Steinkohlenformation müssen wir noch einiger höchst merkwürdiger Vorkommnisse gedenken, welche hier und dort nachgewiesen worden sind. Dahin gehören zuvörderst die schmalen fast verticalen Zonen von kohlenführenden Schichten, welche, bei einer grossen allgemeinen Aehnlichkeit mit Gebirgsgliedern der eigentlichen Steinkohlenformation, unter ganz räthselhaften Verhältnissen, völlig isolirt und gleichsam eingeklemmt mitten im Gebiete granitischer und ähnlicher Gesteine auftreten. Dergleichen Vorkommnisse kennt man z. B. bei Zunsweiler oder Berghaupten unweit Offenburg in Baden, sowie bei Avallon im Dép. der Yonne, wo sie im Granite eingeschlossen sind; auch lässt sich der merkwürdige im Granite eingeklemmte, jedoch mehr horizontal liegende Keil von Lapleau, unweit Ussel im Dép. der Corrèze, hierher rechnen.

Die kohlenführende Zone in Baden zieht sich nach Netto von Berghaupten an der Kinzig über Hagenbach nach Diersburg, ist überhaupt auf etwa anderthalb Stunden Länge bekannt, streicht mit mancherlei Windungen von NO. nach SW. und fällt bei Berghaupten 70 bis 80° in SO., bei Diersburg eben so stark in NW. Ihre Mächtigkeit ist sehr verschieden, und schwankt zwischen 200 und 500 Fuss. Sie besteht aus grauem Sandstein, schwarzem Schieferthon und mehren Anthracitflötzen, deren Stärke ebenfalls sehr wechselnd ist. Das ganze Schichtensystem ist in dem dortigen granitähnlichen Gneisse eingeschlossen, welcher jedoch zu beiden Seiten desselben ganz allmälig in einen glimmerreichen Gneiss übergeht, dessen Schichten dieselbe Lage haben, wie die angränzenden Schichten der Kohlenformation. Netto ist geneigt, das Ganze für einen losgerissenen, und im Granite eingeklemmten Theil eines, irgendwo in der Tiefe befindlichen Kohlengebirges zu halten*).

Rozet beschrieb die merkwürdige kohlenführende Zone des Morvan, bei Sincey unweit Avallon. Sie steckt wie ein Gang mitten im Granite, ist selten breiter als 500 Meter, setzt aber von Villers-les-Nonnains bis nach Courcelle-Framoy, über 4 Lieues weit fort, über alle Höhen und durch alle Thäler hinweg. Zu beiden Seiten wird der Granit von Porphyrgängen durchschnitten, welche an mehren Puncten in die kohlenführende Zone hineinsetzen. Bei la-Charmée, nordöstlich von Rouvray, kennt man mehre Flötze einer anthracitähnlichen Kohle, und dort fand man auch, dass die Schichten aus Conglomerat, Sandstein und Schieferthon bestehen, welcher letztere reich an Pflanzenabdrücken ist. Alle diese Schichten sowie die Kohlenflötze selbst sind ausserordentlich gewunden, mit Anschwellungen und Verdrückungen versehen, voll von Rutsch- und Quetschflächen, steil aufgerichtet und meist 60 bis 66° in Südwest fallend. Rozet vermuthet, diese Zone habe sich in einem sehr engen, gewundenen Thale des Granites gebildet, und später sei Alles durch die Porphyre in seine jetzige Lage gebracht worden. *Mém. de la soc. géol. de France, IV*, 1840, *p.* 99 und *Explication de la carte géol. de la France, I*, 1841, *p.* 682. Sie erinnert an das Bassin der Dordogne (S. 498) sowie an die Zone von Offenburg und ist später nach allen ihren Verhältnissen sehr gründlich von *Guillebot de Nerville* untersucht und beschrieben worden, in *Ann. des mines*, [5], *I*, 1852, *p.* 127. *Guillebot* sagt: *c'est un lambeau,*

---

*) Neuere Mittheilungen über diese Kohlenbildung gaben Ludwig und Geinitz, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 8, S. 334 f.

arraché sans doute à un dépôt plus étendu, et pincé presque verticalement comme un coin au milieu du terrain primitif, und er kommt schliesslich zu dem Resultate: *que le granite n'a joué dans ce bouleversement que le rôle inerte d'une écorce solide, qui se brise sous l'action d'une force interne, entrainant avec elle, dans sa rupture et dans son mouvement de bascule, les roches stratifiées, dont elle était recouverte; p. 161.*

Bei Lapleau liegt eine 900 Meter lange und 400 Meter breite Parcelle der Steinkohlenformation, deren Schichten 18° fallen, wie ein Keil im Granite, welcher die Sohle und das Dach derselben dergestalt bildet, dass seine liegende Gränzfläche der tiefsten Schicht ungefähr parallel ist, während seine hangende Gränzfläche die Schichten schräg durchschneidet. Die tiefste Schicht von 3 bis 4 Meter Mächtigkeit besteht aus einem Conglomerate von stumpfeckigen Fragmenten desselben Granites, mit schwarzem Schieferthon als Cäment; darüber folgen 50 Meter Schieferthon mit zwei Kohlenflötzen, und zuletzt Sandstein. Die ganze Erscheinung ist offenbar durch eine theilweise Ueberschiebung desselben Granites zu erklären, auf welchem sich die dortige Kohlenformation ursprünglich abgesetzt hatte; sie ist ein Seitenstück zu der im ersten Bande S. 932 beschriebenen Ueberschiebung des Granites bei Hohnstein über den Quadersandstein. *Explic. de la carte géol. de la France, I, p. 643.*

Noch weit räthselhafter und grossartiger sind die Verhältnisse der Alpinischen Anthracitformation, welche der dortigen Gneiss- und Protoginformation theils regelmässig eingeschaltet, theils discordant aufgelagert, und, obwohl reich an wahren carbonischen Pflanzenresten, so doch mit den belemnitenführenden Gesteinen der Liasformation stellenweise so innig verbunden ist, dass es fast den Anschein gewinnt, als ob dieselben Schichten zugleich Pflanzenreste aus der carbonischen, und Thierreste aus der jurassischen Periode enthielten; weshalb denn diese Anthracitformation, wie in ihren geotektonischen, so noch weit mehr in ihren paläontologischen Erscheinungen eines der schwierigsten Probleme darbietet. Da jedoch die zahlreichen Pflanzenabdrücke lauter bekannten Formen der Steinkohlenformation entsprechen, und da die Liasformation an vielen Orten discordant und übergreifend auf den anthracitführenden Schichten liegt, so dürfte der hier und da beobachtete scheinbare Wechsel von Schichten mit Belemniten und mit Kohlenpflanzen durchaus keinen hinreichenden Grund abgeben, um die Alpinische Anthracitformation von der Steinkohlenformation zu trennen, und mit der Liasformation zu vereinigen.

Man kennt diese wunderbare Formation in den Alpen von Oisans bei Briançon an der Durance, so wie von dort aus weiter an der Romanche, in den Rousses, einem nördlich von der Romanche gelegenen Theile des Gebirges, vorzüglich aber in der Maurienne und Tarentaise, wo ihre Verhältnisse durch Elie de Beaumont, Sismonda, Scipion Gras, Fournet u. a. ausgezeichnete Geologen sehr gründlich studirt worden sind, ohne dass es jedoch gelungen ist, alle Räthsel zu einer befriedigenden Lösung zu bringen. Aus der Tarentaise setzt sie über Beaufort, das Thal der Arve und zu beiden Seiten der Aiguilles-Rouges nach dem Rhône, bis an den Fuss der Dent de Morcles; östlich von Anniviers, in Oberwallis und Graubündten verschwindet sie, um erst auf der Stangalpe in der Steiermark wieder zu erscheinen*).

* Ueber die geognostischen Verhältnisse der Stangalpe gab Rolle, im Jahrb. der k. k.

An der Romanche sieht man, neben der von Bourg d'Oisans nach Brianç‹ führenden Strasse, ein aus Conglomerat, Sandstein und schwarzem Schiefer neb Anthracit bestehendes Schichtensystem von sehr steiler Lage, so regelmässig zw schen den concordant geschichteten Gneiss eingeschaltet, dass es, wie Gras sa als ein integrirender Theil, oder als ein untergeordnetes Glied dieser Gneissform tion betrachtet werden muss; dabei geht jedoch der Gneiss zu beiden Seiten d Anthracitzone in Talkschiefer über. Ganz in der Nähe aber, auf der Höhe v Bons, liegt die Liasformation in schwach geneigten Schichten über den fast senl rechten Schichten des Gneisses und Talkschiefers, so dass also hier eine entschie dene Trennung des kohlenführenden Systems von der Liasbildung ausgesproche ist. Ganz ähnliche Verhältnisse sind an anderen Puncten der Umgegend von Bou d'Oisans, sowie in den Rousses zu beobachten. — Bei Petit-Coeur in der Taren taise lehnt sich eine untere, sehr steile Anthracitzone mit vielen Farnkraut-Ab drücken an gleichförmig geschichteten Talkschiefer, wird aber von Liaskalkstei gleichfalls in concordanter Lagerung bedeckt, worauf dann eine zweite weit mäch tigere Anthracitzone folgt. Bei La-Mure dagegen steht die von Pflanzenabdrücke erfüllte Anthracitbildung senkrecht neben dem Gneisse und Talkschiefer, und wir vom Liaskalkstein in discordanter Lagerung bedeckt. An einigen Puncten breite sich die, im Gneisse vertical eingeklemmten Schiefer und Sandsteine oben auf de Oberfläche des ersteren fast horizontal, oder doch flach fächerförmig aus; und s kommen noch mancherlei andere ganz seltsame Lagerungsverhältnisse vor. i welchen man, eben so wie in den bereits erwähnten, Beweise für die Ansicht z finden glaubt, dass diese Alpinischen Gneisse nur metamorphosirte Schichten de Anthracitformation seien. Vergl. *Scipion Gras, Bull. de la soc. géol. X, p.* 91 f. besonders aber dasselbe *Bulletin, 2. série, I, p.* 690 ff.; Studer, Neues Jahrbuc für Min. 1846, S. 202, auch 1850, S. 834, und dessen Geologie der Schweiz, I S. 80, 85, 91, 100 und 356. — Dass aber diese Alpinische Anthracitbildung nu zu der Steinkohlenformation gerechnet werden kann, diess ist besonder durch Oswald Heer sehr überzeugend dargethan worden. Neues Jahrb. für Min 1850, S. 657 ff. In der Vierteljahrschrift der naturf. Ges. in Zürich, 1. Jahrg 1856, S. 233, steht ein sehr interessanter Aufsatz von Escher von der Linth welcher mit einem Briefe Leopold v. Buch's an O. Heer eröffnet wird, in dem de grosse Meister sagt: »nach Ihrer so wichtigen als lehrreichen Parallelisirung der Pflanzen mit denen, die in anderen Kohlenschichten vorkommen, und nach den Betrachtungen darüber, fällt Alles zu Trümmern, was noch Elie de Beaumont, Sismonda oder Murchison sagen könnten.« Escher knüpft an diesen Brief sehr lehrreiche Bemerkungen über die Frage, ob jene Pflanzen wirklich zur Zeit der Liasformation gewachsen seien, und schliesst mit der Erklärung, dass die Annahme einer solchen Resurrection oder Palingenesie der Steinkohlenflora mitten in der Liasperiode allen unseren Erfahrungen über die Entwickelungsgeschichte der Natur widerstreite. Die angebliche Coëxistenz von Belemniten und Kohlenpflanzen hat Mortillet widerrufen in *Ann. de la Chambre roy. de Savoie, IV*, 1858, *p.* 17.

Drittes Capitel.

Unterscheidung einer älteren und jüngeren Steinkohlenformation.

§. 358. *Gründe für eine solche Unterscheidung.*

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Bildungsperiode der Steinkohlen-

geol. Reichsanstalt, V, 1854, S. 868 ff., über die fossilen Pflanzenreste derselben aber L..g..ger, schon in der Steierschen Zeitschrift von 1840, ausführliche Mittheilungen.

formation von sehr langer Dauer gewesen ist, und dass während dieser Periode eine, wenn auch allmälige, so doch sehr wesentliche Veränderung derjenigen Verhältnisse und Bedingungen eintrat, unter welchen die weitere Fortbildung der Formation erfolgte. Schon der sehr auffallende Umstand, dass in den paralischen Territorien nach unten marine Schichtensysteme vorwalten, während nach oben andere, ausserhalb dem Bereiche des Meeres gebildete Schichtensysteme folgen: schon dieser Umstand verkündet uns eine ganz verschiedene Ordnung der Dinge während der Ausbildung der unteren und der oberen Etagen. Diese Verschiedenheit, welche sich nicht nur in den petrographischen, sondern auch in den paläontologischen Eigenschaften der beiderlei Schichtensysteme offenbart, wird noch gewöhnlich durch den Gegensatz von Kohlenarmuth und Kohlenreichthum gesteigert. Da sie nun auch einem bathrologischen und chronologischen Unterschiede entspricht, indem ja das eine Schichtensystem als ein unteres und älteres, das andere als ein oberes und jüngeres charakterisirt ist, so waren wohl hinreichende Gründe vorhanden, um die ganze Steinkohlenformation, dort, wo sie in ihrer vollständigen Entwickelung vorliegt, in zwei grosse Abschnitte zu zerfallen, oder überhaupt eine ältere und eine jüngere Steinkohlenformation zu unterscheiden.

Neuere Forschungen haben aber auch gelehrt, dass viele und mächtige Schichtensysteme, welche man sonst dem Uebergangsgebirge, und namentlich der devonischen Formation, beizurechnen pflegte, nach ihrer Lagerung wie nach ihren organischen Ueberresten schon in das Gebiet der Steinkohlenformation gezogen werden müssen, obgleich sie sich von anderen und jüngeren Territorien dieser Formation sowohl durch den besonderen Charakter ihrer organischen Ueberreste und ihre Kohlenarmuth, als auch durch ihre bathrologische Stellung und ihre Lagerung unterscheiden. Wenn nun auch der Kohlenkalkstein, als das vorzüglich bezeichnende Glied der älteren Kohlenformation, in jenen Schichtensystemen nur sehr untergeordnet angetroffen, ja oftmals gänzlich vermisst wird, so schien es doch vollkommen gerechtfertigt, sie als die Aequivalente der älteren Steinkohlenformation der jüngeren Formation gegenüber zu stellen.

Zwar fehlt es noch in vielen Ländern an einer genaueren Untersuchung und Unterscheidung der Pflanzenreste, nach ihrem Auftreten in den verschiedenen Abtheilungen der Steinkohlenformation. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass dergleichen Untersuchungen überall ähnliche Verschiedenheiten zwischen der Flora der älteren und der jüngeren Kohlenformation erkennen lassen werden, wie sie bereits in Teutschland durch die Forschungen von Göppert, Geinitz u. A. nachgewiesen worden sind.

Die meisten limnischen Territorien enthalten nur die jüngere Kohlenformation, wogegen die ältere Kohlenformation, wenn auch nicht immer, so doch gewöhnlich als eine marine Bildung charakterisirt ist. Beide kommen nicht selten getrennt vor, oder sind da, wo sie aneinander gränzen, durch discordante Lagerung geschieden, während sie in vielen Territorien un-

mittelbar über einander liegen, und durch concordante Lagerung auf d innigste verbunden erscheinen, in welchem Falle ihre Abgränzung mehr od weniger unsicher werden kann.

So hat man sich denn gegenwärtig darüber vereinigt, zwei, ihrem Alter na verschiedene Kohlenformationen zu unterscheiden. Die ältere derselben wi wohl auch bisweilen unter dem Namen der Culmformation aufgeführt, weil s in Devonshire durch die sogenannten Culmschichten, Flötze einer harten, mage Kohle ausgezeichnet ist; die jüngere Formation wird auch oft die productiv Kohlenformation genannt, weil sie sich im Allgemeinen durch ihren weit grösse ren Reichthum an guten und bauwürdigen Kohlenflötzen von der älteren Forma tion unterscheidet, so dass die meiste Kohlenproduction aus ihrem Schoosse St findet.

Wir wollen nun versuchen, diese Unterscheidung einer älteren und jün geren Kohlenformation zuvörderst an einigen von denjenigen Territorien zu er läutern, welche den marinen und den limnischen Charakter in sich vereinigen indem jener eben so entschieden nach unten, wie dieser nach oben ausgepräg ist. Bereits oben (S. 484 ff.) wurde bemerkt, dass in dergleichen Territorie sehr häufig folgende Schichtensysteme über einander liegen:

1. Schichtensystem zunächst unterhalb des Kohlenkalksteins,
2. Kohlenkalkstein, mit seinen Einlagerungen,
3. Schichtensystem zunächst oberhalb des Kohlenkalksteins, und
4. Eigentliches kohlenführendes Schichtensystem.

Die drei ersteren dieser Schichtensysteme bilden nun gemeinschaftlich di ältere, durch das Vorkommen mariner Fossilien ausgezeichnete Kohlenformation, während das vierte Schichtensystem für sich allein die jüngere Kohlenformation repräsentirt.

§. 358 a. *Aeltere und jüngere Kohlenformation in England.*

Da die Verhältnisse der vorgenannten vier Schichtensysteme besonders in England sehr genau erforscht worden sind, so wollen wir sie zunächst nach ihrer dortigen Ausbildung betrachten*).

I. Aeltere Kohlenformation in England.

Sie ist als eine vorwaltend marine Bildung charakterisirt und ganz besonders ausgezeichnet durch den Kohlenkalkstein, obgleich solcher nach Norden, durch viele eingeschaltete Schichten von Sandstein und Schieferthon, an Selbständigkeit verliert, auch von anderen Schichten nicht selten unterteuft, fast immer aber überlagert wird, welche sich durch ihre organischen Ueberreste gleichfalls als Sedimente des alten Meeresgrundes erweisen. Daher lässt sich im Allgemeinen eine dreigliederige Eintheilung aufstellen, wenn auch das untere Glied nicht überall vorhanden ist.

*) Wir halten uns dabei an die Darstellung, welche John Phillips in seinem *Manual of Geology*, einem der besten englischen Lehrbücher der Geognosie, gegeben hat. Zugleich werden uns die folgenden Paragraphen einige lehrreiche Beispiele für die verschiedene Ausbildungsweise der Steinkohlenformation vorführen.

1. Schichtensystem unterhalb des Kohlenkalksteins.

Dasselbe ist besonders im südlichen England, namentlich in Südwales, im Forest of Dean, sowie bei Kingswood und Bristol bekannt. Im Thale des Avon bei Bristol erlangt es eine Mächtigkeit von 500 Fuss, und besteht aus einer Wechsellagerung von Schiefern und verschiedentlich gefärbten Kalksteinen, die mehrorts Ueberreste von Fischen und Cypriden enthalten. Rings um einen grossen Theil des Kohlenbassins von Südwales erscheint es gleichfalls in bedeutender Entwickelung, wie denn in der West-Angle-Bay die Schieferthone und Kalksteine, sowie die röthlichen und gelblichen Sandsteine in vielfacher Abwechslung ein über 580 F. mächtiges Schichtensystem darstellen, welches anderwärts sogar bis 800 F. anschwillt, und auch dort Fischreste, Koprolithen und Pflanzenreste enthält. Im Forest of Dean erreicht es nur noch eine Mächtigkeit von 160 Fuss. Wo diese untere Abtheilung fehlt, da liegt der Kohlenkalkstein den älteren Formationen unmittelbar auf.

2. Kohlenkalkstein (*Scar-limestone*).

Diese wichtige Etage zeigt in verschiedenen Gegenden Englands eine sehr verschiedene Ausbildung. In Somersetshire, Gloucestershire, Shropshire, Südwales, Nordwales, Derbyshire und Leicestershire erscheint sie als eine ungetheilte mächtige Ablagerung von Kalkstein, während sich weiter nördlich, vom Thale des Ribble aus bis an die Ufer des Tweed, anfangs schmale und einzelne, allmälig immer mächtigere und zahlreichere Zwischenschichten von Schieferthon und Sandstein einschalten, welche Sphärosiderit, Pflanzenreste und sogar Kohlenflötze umschliessen, so dass diese Kalkstein-Ablagerung bei Aldston-Moor in Cumberland in 20 einzelne, durch 1600 F. mächtige Schichten von klastischer Natur getrennte, Lager von 470 F. summarischer Mächtigkeit zerschlagen ist, wogegen sie noch am Ingleborough als eine einzige ungetheilte Kalksteinmasse ansteht. Noch weiter gegen Norden nehmen die eingeschalteten Schichten immer mehr überhand, während sich die Kalksteinschichten vermindern, bis endlich im nördlichen Theile von Northumberland das ganze Schichtensystem ein bauwürdiges Kohlenfeld geworden ist.

Im südlichen und mittleren England erlangt der reine Kohlenkalkstein, als eine selbständige Etage, das Maximum seiner Entwickelung. In Südwales wird er fast 1900 F. mächtig, und strotzt nach unten von Krinoiden, nach oben von Korallen; bei Bristol ist er noch 1400 F. mächtig, während er in Derbyshire etwa 750, am Ingleborough und Penyghent aber nur noch 400 Fuss erreicht.

Ueber dem Kalksteine folgt oft noch ein mehr oder weniger mächtiges, aus abwechselnden Schichten von Schieferthon, Sandstein und, zumal nach oben, von mächtigen Kalksteinlagern bestehendes Schichtensystem, welches unter dem Namen der *Yoredale-series* aufgeführt wird, aber auch füglich mit dem Kalksteine zusammengefasst werden kann. Seine Mächtigkeit beträgt in Yoredale an 700, in Swaledale fast 600, bei Penyghent noch nicht 400, in Derbyshire, wo es als *Limestoneshale* bekannt ist, 500 Fuss. In der letzgenannten Gegend liefern die Sandsteine einen vortrefflichen Baustein, während die Schieferthone einige Pflanzenreste und schmale, unbauwürdige Kohlenflötze enthalten. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse in Yorkshire, wo die Kalksteine reich an *Posidonomya Becheri* und *Goniatites sphaericus* sind.

Nicht zu übersehen ist es, dass in England über den mächtigeren Kalksteinbänken dieser *Yoredale-series* Kieselschiefer liegen, welche sogar bisweilen den Kalkstein ersetzen und, wie dieser, marine Fossilien enthalten, wogegen in den Sandsteinen und Schieferthonen nur einige Pflanzenreste vorkommen.

3. Millstonegrit, oder Schichtensystem oberhalb des Kohlenkalksteins.

Diese Etage besteht wesentlich aus Sandstein, dessen Elemente meist von zer-

störten Graniten abstammen, weshalb er oft reich an Feldspathkörnern oder Kaolin ist, ja in seinen conglomeratartigen Varietäten sogar nicht selten Gerölle von deutlich spaltbarem Orthoklas enthält. In Lancashire kommen auch oft Bruchstücke von Steinkohle*), und dort wie anderwärts bisweilen Körner von Magneteisenerz vor. Schichten von Schieferthon wechseln nicht selten mit dem Sandsteine, wie denn auch hier und da kleine unbedeutende Lager von Steinkohle auftreten.

In Yorkshire, Lancashire und Derbyshire liefert dieser Sandstein ganz vortreffliche Mühl- und Bausteine, im Forest of Dean und in Südwales sehr brauchbare Gestellsteine für Hohöfen. Die Mächtigkeit des Millstonegrit, welche in Yorkshire und Derbyshire 800 Fuss erreicht, und überhaupt zwischen dem Trent und Tyne am bedeutendsten ist, vermindert sich auffallend nach Süden, so dass sie im westlichen Theile des Bassins von Südwales nur noch 300, im Forest of Dean 270 F. beträgt, wogegen sie bei Bristol wieder über 900 F. anwächst; auch in Northumberland nimmt sie sehr merklich ab. Die organischen Ueberreste sind theils Landpflanzen, theils auch marine Conchylien. Phillips bemerkt daher, dass der Millstonegrit, welcher sich durch seine marinen Fossilien an die Yoredale-Reihe des nördlichen Englands, durch seine Pflanzenreste an die obere Kohlenformation anschliesst, gewissermaassen als ein Uebergangsglied zwischen der unteren und der oberen Kohlenformation erscheine, welches nach Befinden bald zu jener, bald zu dieser gerechnet, oder auch für sich allein betrachtet werden könne. *Manual of Geol.* 1855, *p.* 157.

II. Jüngere Kohlenformation in England; (*Coal Measures*).

Während die ältere Kohlenformation hauptsächlich durch das Auftreten des Kohlenkalksteins, durch das Vorwalten mariner Fossilien und durch den Mangel an bauwürdigen Kohlenflötzen charakterisirt wird, so zeichnet sich die jüngere Formation durch den gänzlichen Mangel jenes Kalksteins, durch grossen Reichthum an Landpflanzen und öfteres Vorkommen von limnischen Conchylien, sowie durch die Einschaltung vieler und meist bauwürdiger Kohlenflötze aus. Nur äusserst selten finden sich auch innerhalb ihrer noch Schichten mit marinen Fossilien, gleichsam wie Recidive oder vereinzelte Nachzügler der älteren Formation. Die Mächtigkeit dieser jüngeren Formation ist sehr verschieden; in Südwales z. B. steigt sie bis zu 8000 Fuss und darüber; im südlichen Theile von Lancashire beträgt sie noch mehr als 5000 Fuss, während sie bei Newcastle in Northumberland nur etwa 2000 F. erreicht.

In Yorkshire lässt sich die ganze productive Kohlenformation nach Phillips füglich in drei Abtheilungen bringen, welche durch zwei kohlenleere Sandstein-Etagen von einander getrennt werden. — Die untere, etwa 400 F. mächtige Abtheilung enthält nahe an ihrer Basis zwei schmale Kohlenflötze, welche noch allenfalls abgebaut werden können, während die übrigen zu unbedeutend sind. Obgleich aber das eine von jenen beiden Flötzen gewöhnlich nur 16 Zoll mächtig ist, so konnte es doch in grosser Verbreitung und an sehr vielen Orten, bei Leeds, Halifax, Sheffield u. s. w. mit Sicherheit nachgewiesen werden, weil es in sehr auffallender Weise dadurch ausgezeichnet ist, dass es unmittelbar von einer Schicht bedeckt wird, in welcher Goniatiten, Posidonomyen, Pectenspecies

*) Zum Beweise, dass die ältere Steinkohle schon vor der Ablagerung des Millstonegrit ziemlich fertig gebildet war.

u. a. marine Fossilien vorkommen. Ausserdem wird diese untere Abtheilung durch das häufige Vorkommen eines eigenthümlichen, harten, kieseligen Sandsteins charakterisirt, welcher oft das Liegende der Kohlenflötze bildet, und Ganister genannt wird, weshalb man wohl auch die ganze Abtheilung die Ganistergruppe zu nennen pflegt. Man könnte sich durch jenes Vorkommen einer marinen Schicht veranlasst finden, diese Ganistergruppe noch mit der älteren Kohlenformation zu vereinigen, wenn nicht bei Halifax, tief unter dem erwähnten Kohlenflötze, eine Schicht voll limnischer Conchylien bekannt wäre, welche beweisen dürfte, dass hier einer von denjenigen Fällen vorliegt, wo nach dem Beginne der limnischen oder jüngeren Kohlenformation zeitweilig eine abermalige Submersion unter dem Meeresspiegel eintrat. In Lancashire kommen ganz ähnliche Verhältnisse vor, welche auf dergleichen Oscillationen im Stande des Meeresspiegels verweisen, und die Vereinigung der marinen und der limnischen Kohlenformation zu einer einzigen, grösseren Gruppe vollkommen rechtfertigen dürften. — Ueber der Ganistergruppe breitet sich zunächst eine mächtige Ablagerung von Sandstein und Sandsteinschiefer aus, welche in ihrer ganzen Ausdehnung, von Leeds bis nach Sheffield, vortreffliche, weit und breit begehrte Bausteine und Platten liefert, auch reich an Calamiten, Lepidodendren, Sigillarien u. a. Pflanzen ist, ohne jedoch Kohlenflötze zu beherbergen. — Dann folgt die mittlere Abtheilung, in Yorkshire die werthvollste der ganzen Formation, weil sie 10 bauwürdige Kohlenflötze und mehre Lager von Sphärosiderit enthält; auch kommen in ihr einige mit Süsswassermuscheln erfüllte Schichten vor. — Grobe, ft eisenschüssige Sandsteine trennen diese mittlere von der oberen Abtheilung, welche zwar gleichfalls aus abwechselnden Schichten von Sandstein und Schieferthon besteht, aber keine bauwürdigen Eisensteinlager, nur wenige Pflanzenreste, und Kohlenflötze von geringerer Qualität umschliesst.

Die Kohlenreviere von Derbyshire und Nottinghamshire bilden die südliche Fortsetzung des Yorkshire-Reviers, daher sich auch in ihnen zunächst über dem Millstonegrit die Ganistergruppe wiederholt. Von den Kohlenflötzen sind die tiefsten am meisten bituminös; über ihnen folgen sehr reiche Sphärosideritlager, z. Th. mit Süsswassermuscheln, und dann abermals Kohlenflötze, von denen überhaupt 20, mit einer summarischen Mächtigkeit von 60 Fuss Kohle bekannt, jedoch nicht allerwärts durchaus bauwürdig sind. Bei Ashby-de-la-Zouch, in Leicestershire an der Gränze von Derby, fehlt dagegen die Ganistergruppe. Von den dortigen Kohlenflötzen besteht eines aus Kännelkohle, während ein anderes, durch die Zusammenlegung mehrer Kohlenlager gebildetes Flötz die Mächtigkeit von 17 bis 21 Fuss erreicht.

Auch die Kohlenreviere von Durham und Newcastle zeigen noch viele Analogieen mit dem Territorio von Yorkshire, obgleich in ihnen bisher noch keine Spuren von marinen Fossilien entdeckt worden sind. Bei einer Gesammt-Mächtigkeit von 1600 bis 2000 Fuss enthalten diese Reviere in Summa zwar 60 Fuss Kohle; weil aber die beiden mächtigsten Flötze (das Low-Main- und High-Main-Flotz) nur je 6 Fuss dick, und viele andere so schmal sind, dass sie nicht abgebaut werden können, so lässt sich die summarische Mächtigkeit der bauwürdigen Kohle nur auf 20 bis 30 Fuss veranschlagen. Schichten mit Süsswassermuscheln sind in mehren Niveaus bekannt. Der in ostwestlicher Richtung aufsetzende *Ninety-fathom-dyke* verursacht eine sehr bedeutende Verwerfung; eben so der mächtige Grünsteingang *Cockfield-Fell,* während andere dergleichen Gänge ihr Nebengestein zwar metamorphosirt, aber nicht dislocirt haben.

Die, durch die mächtige Kohlenkalksteinkette der Penninischen Alpen von Yorkshire und Derbyshire getrennten Kohlenreviere von Lancashire und Cheshire sind als eine, durch die Erhebung jenes Kalksteins abgesonderte Re-

gion der Kohlenformation von Yorkshire zu betrachten, weshalb sich auch in ihn die Ganistergruppe mit jener merkwürdigen, von Posidonomyen und Goni titen erfüllten Schicht eben so wieder findet, wie in der letztgenannten Grafscha Bei einer Gesammt-Mächtigkeit von 6000 Fuss (einschliesslich des Millstonegr enthält dieses Territorium in der Gegend von Manchester 75 Kohlenflötze, welc wenigstens 1 Fuss stark sind, und überhaupt 150 F. Kohle repräsentiren, wä rend in der Gegend von Bury und Burnley nur 36 Flötze mit 93 F. Kohle bekan sind. Ueberreste von limnischen Conchylien und anderen Süsswasserthieren si mehrfach nachgewiesen. Viele Verwerfungen durchsetzen das Kohlenfeld v Lancashire und bedingen Niveau-Differenzen von mehren hundert bis andertha tausend Fuss; ja der Red-rock-fault bei Pendleton unweit Manchester soll ei Dislocation von 3000 Fuss verursachen.

Das Kohlenrevier von Süd-Staffordshire unterscheidet sich von den übri gen sehr auffallend dadurch, dass seine Schichten unmittelbar dem silurische Wenlock-Kalkstein aufliegen, ohne von der älteren Kohlenformation unterteuft z werden, welche dort gänzlich zu fehlen scheint. Man kennt eine grosse Anzal von Kohlenflötzen, von denen jedoch nur die unteren bauwürdig sind, und in nördlichen Reviertheile 4 bis 8 Fuss Mächtigkeit erlangen, während sich nach Sü den, durch die Vereinigung mehrer derselben ein bis 30, ja stellenweise soga 45 Fuss mächtiges Flötz ausbildet, welches aus 8 bis 13 verschiedenen Bänke besteht, die nach Norden durch mächtige Schieferthonlager getrennt werden Ueber mehren Kohlenflötzen kommen Lager von Sphärosiderit vor, von dener zwei, nahe an der Basis des ganzen Schichtensystems, marine Conchylien ent- halten. Die Totalmächtigkeit der ganzen Formation beträgt 1300 bis 1400 Fuss.

Das kleine Kohlenrevier von Nord-Staffordshire zeigt sehr starke Faltun- gen und Verwerfungen, enthält 32 Kohlenflötze und wird vom Millstonegrit, als dem obersten Gliede der älteren Kohlenformation unterteuft. Auch in dem bedeu- tenden Kohlenreviere von Flintshire wird die productive Kohlenformation vom Mill- stone getragen und nach Westen vom Kohlenkalksteine begränzt.

Das Kohlenrevier von Coalbrook-Dale ist zwar klein, nämlich nur 12 engl. Meilen lang und $3\frac{1}{2}$ Meilen breit, aber sehr reich an Mulden und Satteln, sowie an grossen Verwerfungen. Bei einer Mächtigkeit von 1100 Fuss enthält es 7 bis 22 Kohlenflötze mit 16 bis 55 Fuss Kohle, dazwischen bis 8 Sphärosiderit- lager von zum Theil ansehnlicher Stärke. Auch Bergöl ist häufig vorhanden und imprägnirt zwei mächtige Schichten eines groben Sandsteins so reichlich, dass es bei Coalport eine förmliche Quelle bildet. Eine der merkwürdigsten Erscheinun- gen giebt sich in der Vertheilung der organischen Ueberreste zu erkennen, indem im nördlichen Reviertheile fünf unzweifelhafte Wechsel von marinen und limnischen Fossilien bekannt sind. Ueberreste von Krinoiden, von Productus Spirifer, Bellerophon, Goniatites u. s. w. erfüllen nämlich mehre Eisensteinlager während die zwischen ihnen liegenden Schichten nur Landpflanzen und Süsswas- sermuscheln enthalten. Uebrigens lagert dieses Kohlenrevier im Westen theils auf Millstonegrit, theils auf Kohlenkalkstein, theils auch unmittelbar auf der Silurfor- mation; welche Verhältnisse eine gewisse Unabhängigkeit der jüngeren von der älteren Kohlenformation beweisen.

Das Kohlenrevier des Forest of Dean liegt auf Millstonegrit und Kohlenkalk- stein, erreicht nach De-la-Beche eine Mächtigkeit von 2300 Fuss, und enthält nach Mushet 27 Kohlenflötze mit 37 F. Kohle, aber nur wenige Eisensteine.

In dem grossen und reichen Kohlenreviere von Südwales lässt sich nach Logan und De-la-Beche die Mächtigkeit der jüngeren Kohlenformation auf mehr als 8000 Fuss veranschlagen. Sie zerfällt dort in mehre Abtheilungen; davon enthält die untere, 800 Fuss mächtige, bei Merthyr Thydvil 34, die mittlere, 3200 F

mächtige und an Sandsteinen reiche Abtheilung nur 16, die obere, fast eben so mächtige Abtheilung 26 Kohlenflötze, bis endlich eine 1000 Fuss mächtige Etage mit einigen unbedeutenden Kohlenflötzen das Ganze beschliesst. Dennoch befinden sich nach Martin unter diesen 76 Kohlenflötzen nur 23, welche wirklich bauwürdig sind, und zusammen 95 Fuss Kohle repräsentiren, wogegen die meisten übrigen nur 6 bis 18 Zoll Stärke erreichen. An der Nordostseite des Bassins ist die Kohle backend und sehr bituminös, während sie an der Nordwestseite sehr wenig Bitumen enthält und fast anthracitartig wird, ohne dass sich eine Ursache dieser Verschiedenheit nachweisen lässt. Viele Sphärosideritlager mit Süsswassermuscheln sind zumal in der unteren Abtheilung bekannt.

Auch in Somersetshire erreicht die jüngere Kohlenformation noch eine Mächtigkeit von 5000 Fuss und zeigt, wie in Südwales, nach unten den grössten Reichthum an Kohlenflötzen, während ihre mittlere Abtheilung wesentlich von Sandstein (*Pennant-grit*) gebildet wird, welcher nur 5 Flötze enthält, obgleich er 1700 F. mächtig ist. Die summarische Mächtigkeit der bekannten 51 Kohlenflötze beträgt gegen 100 Fuss.

§. 358b. *Fortsetzung; Kohlenformation in Schottland und Irland.*

Auffallend verschieden ist die Facies der Steinkohlenformation in Devonshire, wo zwar ebenfalls beide Hauptabtheilungen vorhanden, aber in einer so eigenthümlichen Weise ausgebildet sind, dass man sagen kann, die Kohlenformation lasse auf beiden Seiten des Meerbusens von Bristol eine ähnliche Verschiedenheit erkennen, wie die devonische Formation. Sie bildet ein ausgedehntes Territorium, welches auf der Nordseite durch eine, von Hartland-Point über Barnstaple nach Bampton, auf der Südseite durch eine, von Boscastle über Launceston nach Bovey gezogene Linie begränzt wird, während es westlich vom Meere bespült, östlich aber von jüngeren Bildungen bedeckt wird, unter denen es jedenfalls in den Canal hinabsinkt. Innerhalb dieses, 60 engl. Meilen langen und 35 M. breiten Areales breitet sich, nur durch den Granit von Dartmoor unterbrochen, die Steinkohlenformation aus, welche zwar zu vielen Mulden und Satteln gefaltet (S. 494), in ihrer Totalität aber der devonischen Formation ganz concordant aufgelagert ist, indem sie das weite Becken erfüllt, welches von dieser Formation in Devonshire gebildet wird; (S. 378).

Uebrigens zerfällt die Kohlenformation auch dort in eine untere ältere, und eine obere jüngere Abtheilung. Die erstere besteht wesentlich aus schwarzen Schiefern mit untergeordneten Kalksteinlagern, und ist reich an Posidonomyen und Goniatiten, wie solche auch in der älteren Kohlenformation Nord-Englands und Irlands vorkommen; weshalb es wohl gerechtfertigt erscheint, diese Abtheilung als das Aequivalent jener durch den Kohlenkalkstein charakterisirten unteren Formation zu betrachten. Die obere Abtheilung wird vorwaltend von Sandstein und Schieferthon gebildet, in denen Pflanzenreste, einige Flötze von magerer, harter Steinkohle (Culm) und Sphärosiderite vorkommen. Da die Pflanzen mit jenen übereinstimmen, welche anderwärts nur aus der jüngeren Steinkohlenformation bekannt sind, so lässt sich wohl auch

diese, über den grössten Theil des Culmdistrictes verbreitete Etage nur d
jüngeren Formation vergleichen*).

Die Gesteine der unteren Abtheilung sind, ausser schwarzen oder doch dunkelfarbigen Thonschiefern, besonders noch Kieselschiefer von verschiedene Farben, oft sehr kohlig, bisweilen mit Wavellit; ferner Sandsteine, Grauwacke und Quarzit. Lager von schwarzem Kalkstein treten vielfach innerhalb der Schiefer auf, bald schmal, bald mächtig, so dass sie in vielen und grossen Steinbrüchen aufgeschlossen sind; doch wechseln die Kalksteinschichten fort während mit Schieferlagen ab. Bei Holcombe-Rogus ist der Kalkstein blaulichgrau ungewöhnlich mächtig, sehr ähnlich dem gewöhnlichen Kohlenkalkstein, abe mit rothem Schiefer und Hornstein in beständiger Wechsellagerung verbunden Die Mächtigkeit dieser unteren Abtheilung wird auf mehre tausend Fuss veranschlagt.

Die Sandsteine der oberen Abtheilung erscheinen oft ganz wie Grauwacke sind stellenweise von Quarzadern durchzogen, geben aber durch Aufnahme vo viel Glimmer in dünnschichtige Gesteine über, welche sich an die Schieferthon anschliessen. Pflanzenabdrücke sind zwar häufig, aber nur selten deutlich bestimmbar; von Lindley und Austen werden *Alethopteris lonchitica* und *A. muricata*, *Neuropteris gigantea*, *N. cordata* und *N. heterophylla*, *Sphenopteris latifolia*. *Calamites undulatus*, *Asterophyllites foliosa* und andere Formen aufgeführt. Die Anthracitflötze erreichen bei Bideford 2 bis 4 Fuss Mächtigkeit.

Es lässt sich wohl kaum bezweifeln, dass diese sogenannte Culmformation von Devonshire die vollständige Kohlenformation repräsentirt, in welcher jedoch der Kohlenkalkstein als selbständige Etage fehlt, und nur durch einzelne Kalksteinlager vertreten wird. Dadurch erhält die ältere Abtheilung, durch die Armuth an Kohlenflötzen aber die jüngere Abtheilung einen etwas eigenthümlichen Charakter.

Steinkohlenformation in Schottland.

In dem grossen Bassin der Thäler des Forth und Clyde, zwischen den Gebirgen der Grampians und Lammermuirs, dehnt sich, von St. Andrews bis Greenock und von Dalkeith bis Ayr, auf 100 engl. Meilen Länge bei 50 Meilen Breite, das grosse Territorium der Schottischen Kohlenformation aus, welches die Kohlenreviere von East-, Mid- und Westlothian, von Fifeshire, Clackmannanshire, Lanarkshire und Ayrshire begreift. In diesem Territorio tritt die jüngere Kohlenformation**) sehr zurück gegen die ältere, welche eine vielfache Wechsellagerung von Kohlenkalkstein mit sehr vorwaltendem Sandstein, mit Schieferthon und Kohlenflötzen darstellt, so dass die bereits in Cumberland und Northumberland eingetretenen Verhältnisse hier das Maximum ihrer Ausbildung gefunden haben, und dass in Eastlothian und Midlothian, wo die ganze Formation über 6000 Fuss mächtig wird, alle Kalksteinlager zusammen nur 300 Fuss ausmachen.

Die ältere Kohlenformation wird in den östlichen Grafschaften, unmittelbar

---

*) Vergl. *Sedgwick* und *Murchison*, in *Trans. of the geol. soc. vol. V*, 1840, *p.* 669 ff. auch *Phillips, Manual of Geology*, p. 171.

**) Nach Murchison soll selbst die productive Kohlenformation Schottlands als eine marine Bildung charakterisirt und der unteren Formation beizurechnen sein, weil die vielen ihr eingeschalteten Kalksteinlager von marinen Fossilien erfüllt sind. *Siluria*, 2 *ed. p.* 312.

über dem *Old-red* oder auch über noch älteren Formationen, durch eine mächtige Ablagerung von Schieferthon, Sandstein und untergeordneten Kalksteinlagern (mit *Productus*, *Spirifer*, *Orthoceras* u. s. w.) eröffnet, welcher Steinkohlenflötze in verschiedenen Niveaus eingeschaltet sind, wie denn auch Schichten von Kohleneisenstein (*blackband*) und Nieren von Sphärosiderit wiederholt vorkommen*). In dieser unteren Abtheilung liegt auch bei Burdie-House das schon mehrfach erwähnte Kalksteinlager mit Süsswasser-Conchylien und Landpflanzen. In der oberen oder jüngeren Kohlenformation sind von Mollusken viele Süsswassermuscheln bekannt, während nach Farey beide Formationen zusammen in Midlothian 66 Kohlenflötze beherbergen. Von den zahlreichen und grossen Verwerfungen, welche das Kohlenfeld von Midlothian betroffen haben, ist bereits oben S. 516) die Rede gewesen.

In Lanarkshire und Ayrshire beginnt die Formation nach Craig über dem *Old-red* mit einer unteren Etage von Kohlenkalkstein, der mit Alaunschiefer wechselt; darüber folgt eine aus Sandstein und Schieferthon bestehende Etage, welche nach unten viele Lager von Sphärosiderit-Nieren, dann mehre Kohlenflötze und schmale Schichten von Kohleneisenstein führt. Diese Etage wird abermals von einer aus ächtem Kohlenkalkstein, mit marinen Fossilien, aus Schieferthon und ein paar schmalen Kohlenflötzen bestehenden Ablagerung bedeckt. Während diese drei Etagen die ältere Kohlenformation repräsentiren, so folgt endlich als neuere Formation eine mächtige, besonders durch zahlreiche Landpflanzen und Süsswassermuscheln charakterisirte Etage, in welcher 30 Kohlenflötze, darunter jedoch nur 7 bis 8 bauwürdige, sowie mehre Lager von Kohleneisenstein bekannt sind. Die Gesteine dieser Etage sind oft roth gefärbt, wie sie denn nach oben fast nur von rothen und bunten Sandsteinen gebildet wird, welche gegen die tieferen Schichten etwas discordant gelagert sein sollen, daher sie vielleicht schon der permischen Formation angehören.

Steinkohlenformation in Irland.

Obgleich der grösste Theil Irlands von der Steinkohlenformation erfüllt wird, so ist es doch fast nur die ältere Abtheilung der Formation, welche dort auftritt, während die jüngere productive Formation in sehr geringer Verbreitung nachgewiesen ist; daher sich denn auch diese grosse Insel nur einer unbedeutenden Kohlenproduction zu erfreuen hat, welche grossentheils auf denen im Millstonegrit vorkommenden Kohlenflötzen beruht. Dafür ist aber auch die ältere Kohlenformation sehr vollständig ausgebildet, indem der Kohlenkalkstein, besonders aber die ihn unterteufenden Etagen zu einer sehr bedeutenden Entwickelung gelangt sind. Im südlichen Theile der Insel zeigt die Formation viele Analogieen mit jener von Pembrokeshire, während sie im nördlichen Theile derjenigen von Nord-England ähnlicher erscheint.

Durch die Untersuchungen von Griffith, Jukes und Haughton sind die Verhältnisse der irischen Kohlenformation genauer erforscht worden. Sie lässt besonders folgende Glieder unterscheiden, welche in verschiedenen Gegenden eine sehr verschiedene Mächtigkeit erlangen.

1. Gelbsandstein, *Yellow Sandstone*; ein theils gelber, theils brauner, nach unten auch rother Sandstein, wechselnd mit gelbem und rothem Schieferthon;

*) Thomas Brown bemerkt, dass in denen unter den Kalksteinlagern liegenden Schichten von Pflanzenresten besonders eine Cyclopteris und eine Sphenopteris sehr vorkommen. *Quart. Journ. of the geol. soc. XV*, 1859, p. 60.

50 bis 800 Fuss mächtig, jedoch noch weit mächtiger, wenn ein Theil des i
concordant unterteufenden rothen Sandsteins mit ihm vereinigt wird. Er enth
bisweilen schmale Kohlenflötze, auch dergleichen Kalksteinlager mit Fossili
des höher aufwärts folgenden Kohlenkalksteins, und ist reich an Pflanzenreste
welche nicht selten von marinen Conchylien und Korallen begleitet werden.

Anm. Dieses Glied betrachtet John Kelly als die oberste Etage des *Old-re*
von welchem er meint, dass er wiederum seine ehemalige Stelle, als Grundste
der Kohlenformation, einnehmen müsse, obgleich die von ihm angeführten Grün
nur so viel beweisen dürften, dass manche an der Basis der irischen Kohlenfo
mation vorkommenden rothen Sandsteine gar nicht dem eigentlichen *Old-red*, son
dern schon der Steinkohlenformation angehören. *Journ. of the geol. soc. of Dubli*
VII, 1857, *p.* 227 ff. Aehnliche Ansichten sind fast gleichzeitig von Griffith übe
den braunrothen Sandstein ausgesprochen worden, welcher im südlichen Irlan
sehr verbreitet und concordant unter dem *Yellow Sandstone*, dagegen über de
Silurformation meist discordant gelagert ist. Auch er glaubt, dass wenigstens de
obere Theil dieser, 2500 bis vielleicht 5000 Fuss mächtigen rothen Sandsteinbil
dung noch zur Steinkohlenformation gezogen werden müsse, weil in ihm diesel
ben Pflanzenreste gefunden werden, welche im Gelbsandsteine vorkommen. So
weit nämlich die carbonischen Pflanzen hinabreichen, so weit müsse man auch
noch die Kohlenformation anerkennen. *The Nat. Hist. Review, V*, 1858, *p.* 2 ff.

2. Kohlenschiefer, *Carboniferous slate.* Diese, auch von Kelly als ein
gut bestimmtes und wirkliches Glied der irischen Kohlenformation anerkannte
Etage besteht meist aus schwärzlichgrauen, zum Theil auch aus grünlichgrauen
oder gelblichgrauen Schiefern, welche mit Sandstein abwechseln, bisweilen auch
Kalksteinschichten umschliessen; die ganze Etage ist 700 bis 1200 Fuss mächtig,
und ihre Schiefer sind oft reich an *Posidonomya Becheri* und *Goniatites striatus.*

Aus beiden diesen Abtheilungen, besonders aber aus dem Gelbsandsteine werden von Haughton folgende Pflanzen aufgeführt:

Stigmaria ficoides
Sagenaria Veltheimiana
Lepidodendron Sternbergi
. . . . *minutum*
Lepidophyllum lanceolatum
Sigillaria dichotoma
Knorria dichotoma
. . . . *imbricata*
Megaphyton Hollebeni
Sternbergia approximata
Calamites cannaeformis (*transitionis*?
. . . . *Voltzii?*
. . . . *Cultranensis*
Nöggerathia Rueckeriana
Cyclopteris hibernica
Sphenopteris linearis
Filicites Cultranensis.

Die näheren Mittheilungen über diese und einige andere Pflanzen finden sich im *Journ. of the geol. soc. of Dublin, VI*, 1855, *p.* 233 ff. und in *The Nat. Hist. Review, V*, 1858, *p.* 264 f.

3. Kohlenkalkstein. Dieser tritt in grosser Mächtigkeit und erstaunlicher Verbreitung auf, mit zahlreichen Fossilien, von denen die meisten charakteristisch sind, während einige mit devonischen Formen übereinstimmen. An vielen Orten wird diese Etage durch den sogenannten Calp in zwei Glieder getrennt: ein mächtiges Zwischenlager, welches aus dunkelgrauen, kieselthonigen Kalksteinen, Schiefern und Kieselschiefern besteht, und reich an *Posidonomya Becheri*, *Aviculopecten papyraceus* u. a. Fossilien ist*). Aehnliche Schiefer kommen stellenweise auch über dem Kalksteine vor. So berichtet Foot, dass in der Grafschaft Clare

*) John Kelly spricht sich sehr entschieden gegen die Realität des Calp aus, welcher nirgends in Irland als etwas Selbständiges existire, und *a pure fiction* sei; a. a. O. *p.* 235.

über dem Kohlenkalksteine zunächst Kieselschiefer liegt, welcher von schwarzem Thonschiefer bedeckt wird, dessen Spaltungsflächen oft ganz erfüllt mit Posidonomyen sind, zu denen sich *Aviculopecten papyraceus*, *Goniatites sphaericus* u. a. Fossilien gesellen. Dieselben Schiefer mit denselben Fossilien fand Baily bei Donore, unweit Drogheda in Leinster. *The Nat. Hist. Review VI*, 1859, *p.* 308 und 317.

4. **Millstonegrit.** Besonders verbreitet in Ulster im Quellgebiete des Shannon, sowie in Munster; Sandstein und Schieferthon, 300 bis 1800 Fuss mächtig, mit anthracitischen Kohlenflötzen und mit Eisensteinen; enthält nach Griffith noch viele Fossilien des Kohlenkalksteins, wie denn namentlich die Schieferthone oft reich an *Posidonomya* und *Aviculopecten* sind. Bei Ballycastle und Dungannon im nördlichen Theile der Insel, bei Kilkenny in Leinster, sowie an vielen Puncten der Grafschaften Cork, Limerick, Clare und Kerry werden die Kohlen gewonnen.

§. 358c. *Aeltere und jüngere Kohlenformation in Westphalen.*

Im nordöstlichen Frankreich, in Belgien und im nördlichen Theile der preussischen Rheinprovinz lässt die Ausbildung der Steinkohlenformation noch eine grosse Uebereinstimmung mit jener im südlichen und mittleren England erkennen, indem dort überall die ältere Formation eben so durch den Kohlenkalkstein, wie die jüngere Formation durch einen grossen Reichthum von Kohlenflötzen ausgezeichnet ist. Aehnliche Verhältnisse finden auch anfangs noch auf dem rechten Rheinufer in Westphalen Statt, bis endlich weiterhin der eigentliche Kohlenkalkstein verschwindet, und die **ältere** Kohlenformation eine ähnliche Facies gewinnt, wie wir solche in Devonshire kennen gelernt haben. Die **jüngere** Formation aber ist auch in Westphalen mit ihren gewöhnlichen Eigenschaften, in einer bedeutenden, bis über 6000 Fuss steigenden Mächtigkeit, und mit einer grossen Anzahl von vortrefflichen Kohlenflötzen ausgebildet.

Diese Kohlenformation an der Ruhr zeigt folgende allgemeine Gliederung:

I. **Aeltere** Kohlenformation,

1. **Kohlenkalkstein**, oder dessen Aequivalente: Plattenkalkstein, Kieselschiefer und Thonschiefer,
2. Flötzleerer Sandstein, als Vertreter des englischen Millstonegrit;

II. **Jüngere** Kohlenformation,

3. Sandstein und Schieferthon mit zahlreichen Kohlenflötzen.

Beide Formationen folgen sich in völlig concordanter Lagerung, wie denn auch die unterste Etage der älteren Formation der obersten Etage der devonischen Formation (dem Flaserkalksteine oder Kramenzel) ganz regelmässig und gleichförmig aufgelagert ist, weshalb sich denn auch die allgemeine Architektur der devonischen Formation in der Steinkohlenformation wiederholt, und diese letztere eine sehr vielfache Sattel- und Muldenbildung entfaltet.

Während die **ältere** Formation in ihrem **unteren** Gliede ganz entschieden als eine **marine** Bildung charakterisirt ist, so scheinen im flötzleeren Sandsteine bisher noch keine organischen Ueberreste vorgekommen zu sein,

welche auch ihn als ein Sediment des Meeresgrundes erkennen liessen. Dag gen enthält er oft Pflanzenreste, deren genaue Vergleichung mit jenen der jü geren Formation recht interessante Ergebnisse liefern dürfte. Da jedoch in d tiefsten Etage der productiven Formation bisweilen noch Schichten mit *Goni tites sphaericus*, *Aviculopecten papyraceus*, *Cypridina subglobularis* und einig anderen marinen Fossilien gefunden worden sind, so mögen wohl zum Th ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie sie oben (S. 535) aus der englischen Kol lenformation erwähnt worden sind. Sehen wir indessen ab von diesen seltne ren Vorkommnissen, so stellt sich die jüngere oder productive Formati auch in Westphalen als eine limnische Bildung heraus, wie noch neuerdin Ludwig gezeigt hat, welcher sogar geneigt ist, jene Schichten mit marine Fossilien noch mit der älteren Formation zu vereinigen. Die jüngere Formati gewinnt aber durch die grosse Anzahl von bauwürdigen Steinkohlenflötzen un durch die vielen Lager von Kohleneisenstein eine ganz ausserordentliche natio nalökonomische Wichtigkeit. Dabei giebt sich im Allgemeinen das Verhältnis zu erkennen, dass die unteren Kohlenflötze von Sandkohle, die mittleren Flötz von Sinterkohle, und die oberen zahlreichsten Flötze von Backkohle gebilde werden.

I. Aeltere oder untere Kohlenformation.

1a. Kohlenkalkstein. Derselbe tritt auf dem rechten Rheinufer zuerst b Ratingen auf, wo er an 700 Fuss mächtig ist, und zieht sich von da nach Oste über Eggerscheid, Velbert und Richrath bis gegen den Hof Limbeck, nördlich vo Elberfeld*). Er liegt auf dem sogenannten Kramenzel der devonischen Formation und erscheint meist als ein dunkelgrauer, kleinkörniger bis dichter, geschichtete Kalkstein, welcher reich an Fossilien des englischen Kohlenkalkes ist. In sein östlichen Fortsetzung schalten sich zwischen die Kalksteinschichten Lagen vo Thonschiefer und Kieselschiefer ein, wodurch schon sein wesentlicher Zusammen hang mit dem sogenannten Culm angedeutet wird.

1b. Culm. Mit diesem Namen pflegt man das, östlich von Richrath, unmit telbar über dem Kramenzel, also an der Stelle des eigentlichen Kohlenkalksteins auftretende Schichtensystem zu bezeichnen, welches von Murchison und Sedgwick schon im Jahre 1840 als das Aequivalent des Kohlenkalksteins erkannt und darge stellt worden ist, obwohl weiter westlich ähnliche Schichten auch über diesen Kalksteine liegen. Dieses Schichtensystem wird in mehrfacher Abwechslung von Thonschiefer, Kieselschiefer**) und dunkelgrauen, mehr oder weniger kieseliger Plattenkalksteinen, sowie von verschiedenen Mittelgesteinen gebildet, nach oben aber nicht selten durch Alaunschiefer abgeschlossen, welcher Nieren von Kalkstein und von thonigem Sphärosiderit enthält; auch finden sich oft schon Schichten von Sandstein oder Grauwacke ein. Für die meisten dieser Gesteine sind besonders *Posidonomya Becheri*, *Goniatites sphaericus* (*crenistria* und *striatus*) und *Orthoceras*

*) Murchison und Sedgwick haben in ihrer mehrfach erwähnten Abhandlung in *Trans. of the geol. soc.* [2], *vol. VI, p.* 230) zuerst die Identität dieses Kalksteins mit dem englischen Kohlenkalksteine nachgewiesen, während derselbe früher mit dem devonischen Kalksteine von Elberfeld verglichen worden war.

**) Die Kieselschiefer sind oft schon mehr Felsitschiefer oder Adinolschiefer, wie sie von Sandberger, unter Benutzung eines von Beudant vorgeschlagenen Wortes, genannt werden.

striolatum sehr bezeichnend. An mehren Puncten finden sich aber auch in dem Plattenkalksteine *Productus antiquatus* und *P. latissimus*, während bei Limbeck, genau im Zuge des Plattenkalksteins, ein Lager von Kohlenkalkstein mit *Productus semireticulatus* auftritt, welches unmittelbar von Posidonomyenschiefer bedeckt wird*). Nach diesem Allen lässt es sich wohl kaum bezweifeln, dass dieses vielfach zusammengesetzte Schichtensystem die Stelle des Kohlenkalksteins vertritt, wie ja mehrorts in England und Irland ähnliche Schichten theils zwischen, theils über diesem Kalksteine bekannt sind. Zwischen Balve und Menden ist die Mächtigkeit dieses Schichtensystems über 1200 Fuss erkannt worden, indem es dort von unten nach oben aus 130 F. Kieselschiefer mit Thonschiefer und Kalkstein, 890 F. Plattenkalkstein mit Schiefer, 90 F. Kieselschiefer und 180 F. schwarzem Schiefer mit Sphärosiderit-Nieren besteht.

2. Flötzleerer Sandstein. Diese, dem englischen Millstonegrit entsprechende Etage besteht aus einem vielfachen Wechsel von Sandstein und Schieferthon, welche beide bald den gleichnamigen Gesteinen der oberen Kohlenformation gleichen, bald aber auch älteren psammitischen und pelitischen Gesteinen ganz ähnlich werden, so dass die Sandsteine als Grauwacke, die Schieferthone als Grauwackenschiefer und Thonschiefer erscheinen. Besonders an der Basis der ganzen Etage treten sehr gewöhnlich graue oder schwarze, dünnschichtige, oft stängelig zerwitternde (daher wohl auch Griffelschiefer genannte) Schiefer auf, welche nach oben mit psammitischen Schichten wechseln, durch deren allmäliges Vorwalten die eigentliche Sandstein-Ablagerung zur Ausbildung gelangt. Der Mangel an bauwürdigen Kohlenflötzen liefert oft das einzige Merkmal zur Unterscheidung dieser Etage von der eigentlichen productiven Steinkohlenformation. Die an einigen Puncten über derselben vorkommenden Schichten mit marinen Fossilien, Schichten, zwischen denen auch schon Kohlenflötze auftreten, dürften wie bereits erwähnt noch der älteren Formation angehören.

II. Jüngere oder obere Kohlenformation.

Sie entwickelt sich so allmälig aus dem flötzleeren Sandsteine, dass es oft schwer wird, eine bestimmte Gränze zu ziehen, zumal da beide Bildungen in Westphalen, wie in so vielen anderen Ländern, durch vollkommen concordante Lagerung mit einander verknüpft sind. Sandsteine und Schieferthone, bisweilen auch Conglomerate bilden das vorwaltende Material dieser Formation, welcher die eingeschalteten Flötze von Steinkohle und Kohleneisenstein einen so hohen Werth verleihen. Die Conglomerate enthalten meist kleine, selten 3 bis 4 Zoll grosse Gerölle von Quarz, Kieselschiefer und Hornstein, welche bald einzeln bald dicht gedrängt durch ein sandsteinartiges Cäment verbunden sind. Der Sandstein erscheint meist grobkörnig, bald fest bald locker, bisweilen durch vielen Glimmer als Sandsteinschiefer. Der Schieferthon, als das am meisten vorherrschende Gestein, geht bisweilen in sandigen Thon, oder auch, durch viele beigemengte Kohle, in Kohlenschiefer (sog. Brandschiefer) über.

Die Steinkohlenflötze sind meist 2 bis 4 Fuss mächtig, zeigen dabei eine sehr gleichmässige Mächtigkeit, eine stetige, weit reichende Ausdehnung, und liegen nach oben etwas näher über einander als nach unten, so dass die Zwischenmittel von unten nach oben an Mächtigkeit abnehmen. Ihre unmittelbare Unterlage bildet in der Regel ein verworren-krummschieferiger, mit Stigmarien erfüllter Schieferthon**), wogegen ihre Decke aus geradschieferigem Schieferthone

* Diese wichtige Beobachtung theilte v. Dechen mit in den Verhandl. des naturhist. Vereins der Rheinl. Jahrgang VII, 1851, S. 201.

** Wir erinnern daran, dass der treffliche v. Dechen bereits im Jahre 1823 diese Thatsache als eine sehr beachtenswerthe Erscheinung hervorhob. vergl. oben S. 506.

zu bestehen pflegt, welcher reich an vielerlei eingeschwemmten Pflanzenres ist. Die vorherrschende Beschaffenheit der Kohle in den verschiedenen Nive ist bereits oben erwähnt worden. Die Eisensteine sind theils Sphärosider welcher meist in Nieren, selten in stetig ausgedehnten Schichten vorkommt, th Kohleneisenstein, welcher in vielen Lagern bekannt und mehr oder weni reich an kohlensaurem Eisenoxydul ist.

Die productive Kohlenformation Westphalens ist überhaupt von Ruhrort bis die Nähe von Werl, auf eine Länge von fast 11 Meilen aufgeschlossen, und wi nach Norden von der Kreideformation bedeckt, während die ältere Formation no viel weiter, bis nach Stadtberge bekannt ist. Im westlichen Theile bei Essen si in der tiefsten Mulde, innerhalb einer Mächtigkeit von 6000 Fuss, 83 Kohlenflö nachgewiesen, darunter 58 bauwürdige mit 155 Fuss Kohle; im östlichen The bei Brüninghausen kennt man, innerhalb einer Mächtigkeit von 6200 Fuss, Flötze, darunter 55 bauwürdige mit 139 Fuss Kohle. Nach diesen Angaben lä sich der ganz erstaunliche Reichthum von Steinkohle einigermaassen berechne welcher in Westphalen niedergelegt ist*).

Was die organischen Ueberreste dieser Kohlenformation betrifft, so sind au ser zahlreichen Pflanzen, deren bathrologische Vertheilung noch nicht vollkom men ermittelt ist, besonders Süsswassermuscheln bekannt, über dere Vorkommen wir durch die neueren Untersuchungen von Ludwig belehrt worde sind. Dieser ausgezeichnete Forscher bemerkt, dass die productive Formatio Westphalens vorläufig in drei Abtheilungen zerfällt werde, von denen die un terste zwar arm an Kohlenflötzen, aber reich an Eisenstein ist; in ihr finde sich als bezeichnende Muscheln:

Cyrena rostrata Ludw. — *Anodonta Hardensteinensis Ludw.*
Unio cymbaeformis Ludw. — . . . . *brevis Ludw.*
. . . *obtusus Ludw.*

Die mittlere Abtheilung ist sehr reich an Kohlenflötzen, enthält aber nur wenig Kohleneisenstein; für sie sind bezeichnend:

Unio securiformis Ludw. — *Anodonta lucida Ludw.*
Species von *Cyrena* oder *Cyclas.*

In der obersten Abtheilung, welche namentlich sehr reich an Gaskohlen ist, finden sich:

Anodonta procera Ludw. — *Cyrena extenta Ludw.*
. . . . . *cicatricosa Ludw.* — . . . . *anthracina Ludw.*
Dreissenia laciniosa Ludw.

Diese oberste Abtheilung enthält auch unter anderen folgende Pflanzen:

Walchia pinnata — *Pecopteris Mantelli*
Neuropteris Loshii — *Annularia carinata*
Calamites Suckovii

so dass sich die Flora schon einigermaassen jener des Rothliegenden nähert**).

§. 358d. *Aeltere Kohlenformation in Nassau, am Harze u. s. w.*

Während uns die bisherigen Beispiele die Steinkohlenformation in ihrer ganzen Vollständigkeit, nämlich mit beiden ihren Hauptabtheilungen, mit

*) Vergl. v. Dechen, in Statistik des nördl. und zollv. Deutschland, I, S. 578.

**) Ludwig, in *Palaeontographica* von Hermann v. Meyer und Dunker, B. VIII, S. 31 ff

..r älteren und jüngeren Formation zugleich in regelmässiger Aufeinanderfolge ..führten, so mögen in gegenwärtigem Paragraphen einige von denjenigen ..en betrachtet werden, da nur eine theilweise Ausbildung und insbesondere ..e blose Ausbildung der älteren oder nicht productiven Formation vorliegt. ..s ist nämlich wichtig, die Aufmerksamkeit auf dergleichen Vorkommnisse zu ..ken, weil sie es gerade sind, welche bisher oft noch als Glieder der devo..chen Formation betrachtet wurden, und weil ihre Gesteine wie ihre Pflan..reste nicht selten trügerische Hoffnungen zur Auffindung bauwürdiger Stein..le veranlasst haben. Die gegentheiligen Fälle, da nämlich nur die jün..re oder productive Formation ausgebildet ist, bedürfen kaum einer beson..ren Besprechung, weil die meisten rein limnischen Kohlenbassins, wie ..e besonders in vielen Gegenden Frankreichs und Teutschlands bekannt sind, .. Beispiele derselben gelten können, und weil dergleichen Bassins uns weder ..r ihre Formations-Stellung noch über ihren praktischen Werth in Zweifel ..sen.

Die ältere Kohlenformation findet sich besonders in Nassau und in den an..nzenden Gegenden von Hessen, am Harze, am Thüringer Walde, bei Magde..rg, in Sachsen und in Schlesien *). Sie wird theils von solchen Schichten ..idet, welche man, wegen ihrer Aehnlichkeit mit jenen der unteren Kohlen..rmation von Devonshire, unter dem Namen Culm vereinigt hat; theils besteht ..e aus Grauwacke, Grauwackenschiefer und Sandstein, welche oft zu einer ..deutenden Mächtigkeit anschwellen, und dem flötzleeren Sandsteine West..alens verglichen worden sind, während sie wohl auch bisweilen als Culm-..rauwacke aufgeführt werden. Jene ersteren Schichten sind durch ihre or..nischen Ueberreste als marine Bildungen charakterisirt, wogegen die letz..ren meist nur Reste von Landpflanzen enthalten, welche aber grössten..ils wesentlich verschieden von denen der productiven Kohlenformation sind. ..jedoch dieselben Pflanzen auch in den Sandsteinen und Schieferthonen ..er marinen Ablagerungen vorkommen, so ist wohl die Formations-Identität ..der als erwiesen zu betrachten. Kohlenschichten sind zwar hier und da be..nt; aber ihre Anzahl, ihre Mächtigkeit und ihre Qualität pflegen so gering ..sein, dass sie nur selten einen Gegenstand bergmännischer Gewinnung bil..n; weshalb denn im Allgemeinen diese ältere Kohlenformation mit Recht als ..ne unproductive, der jüngeren Formation als einer productiven gegenüber ..estellt wird. Diese letztere ist zwar gleichfalls in einigen der genannten Ge..den vorhanden, wird aber gewöhnlich durch discordante Lagerung und ..rch Verschiedenheit der Bildungsräume von der älteren Formation scharf ge..nnt, wie sie denn auch bisweilen, wie z. B. am Harze und am Thüringer Walde nur eine sehr unbedeutende Entwickelung erkennen lässt.

Aeltere Kohlenformation in Nassau; (Posidonomyaschiefer).

Sie findet sich dort in den Aemtern Dillenburg und Herborn, und besteht nach den Gebrüdern Sandberger wesentlich aus Thonschiefer, Grauwackenschiefer,

* Von ihrem Vorkommen in Sachsen wird im folgenden Paragraphen die Rede sein.

Grauwacke und Kieselschiefer. Der Thonschiefer ist meist dunkelgrau bis schw
z. Th. selbst schon Alaunschiefer, auch schmutzig grün, gelb oder braun, s
deutlich spaltbar und reich an *Posidonomya Becheri*, zu welcher sich auch *Gon
tites sphaericus, Pecten subspinulosus* u. a. Fossilien gesellen. Werden die Schi
ten sandiger, so gehen sie in Grauwackenschiefer über, welche sich endlich
körnigen Grauwacken und selbst zu feinkörnigen Conglomeraten ausbilden.
Kieselschiefer sind schwarz, gelblich oder röthlich, und enthalten gewöhnl
dieselben Fossilien, während die mehr sandigen Schichten besonders Pflanzenre
führen. Zu den wichtigsten thierischen Ueberresten *) gehören:

Rhynchonella papyracea	*Orthoceras scalare*
Pecten subspinulosus	*Goniatites sphaericus*
Posidonomya Becheri	. . . . . *mixolobus*
Avicula lepida	*Cylindraspis latispina* und
Orthoceras striolatum	*Cypridina subglobularis*.

Von pflanzlichen Ueberresten führen die Gebrüder Sandberger auf:

Calamites transitionis	*Sphenopteris pachyrhachis*
. . . . . *cannaeformis*	. . . . . . *petiolata*
Anarthrocanna stigmarioides	*Odontopteris imbricata*
Stigmaria ficoides	*Nöggerathia dichotoma*
Sagenaria depressa	. . . . . . *tenuistriata*.
. . . . . *crassifolia*	

Alle diese Schichten folgen zunächst über dem Cypridinenschiefer, also über d
obersten Etage der devonischen Formation, von welcher sie jedoch durch mächti
Ablagerungen von Grünstein (oder Eisenspilit) getrennt werden. Sandberger, d
Verst. des rhein. Schichtensyst. in Nassau, S. 461 und 517 ff.

Carl Koch, welcher in seiner Abhandlung über die paläozoischen Schicht
von Dillenburg und Herborn eine sehr specielle Schilderung der nassauer Culmfo
mation giebt, ist geneigt, den an ihrer Basis in grosser Verbreitung und Mächtig
keit auftretenden Eisenspilit als einen Vertreter des Kohlenkalksteins zu betrach
ten; er unterscheidet ausserdem besonders Kieselschiefer, Kalkstein, Posidon
myaschiefer, Dachschiefer, Quarzit und Grauwacke oder flötzleeren Sandstei
Die Kieselschiefer, welche theils als ächter Lydit, theils als Adinolschief
ausgebildet sind, liegen gewöhnlich unmittelbar über dem Eisenspilit; über ihne
folgen meist schwarze Thonschiefer, welche, ihren vorwaltenden organisch
Ueberresten zufolge, als Posidonomyaschiefer und als Creseisschiefer untersch
den werden können, indem die letzteren nach Ludwig eben so reich an Abdrück
von *Creseis*, als die ersteren von *Posidonomya* sind. Zwischen diesen Schiefer
finden sich schon sandige Schichten, ächter Sandstein und körnige Grau-
wacke ein, welche weiter aufwärts immer zahlreicher werden und somit eine
Uebergang in den flötzleeren Sandstein vermitteln; Quarzit ist nur bei Herborn-
seelbach bekannt. Höher als die Posidonomyaschiefer erscheinen zwischen den
Sandsteinen abermals andere, zwar sehr ähnliche Schiefer, welche aber, bis au
wenige Pflanzenabdrücke, keine Fossilien enthalten, und bald als sogenannte
Griffelschiefer, bald als Dachschiefer ausgebildet sind. Der flötzleere
Sandstein, meist als graue oder gelbliche, feste und harte, z. Th. conglome-
ratartige und fast krystallinischkörnige Grauwacke beschliesst endlich die ganze

*) In den Posidonomyaschiefern von Herborn sind auch kürzlich Reste von Krinoide
gefunden worden, welche Hermann v. Meyer als *Lophocrinus speciosus* und *Poteriocrinus re-
gularis* bestimmt und beschrieben hat. *Palaeontographica*, B. VII, 1860, S. 110 ff.

Formation. Besonders interessant ist der von Koch gegebene Nachweis des **Kalksteins**, welcher theils in den unteren Schiefern, als rauchgrauer und z. Th. fossilreicher Kalkstein einzelne schmale Schichten bildet, theils im oberen Thonschiefer als bläulichgrauer aber, wie es scheint, fossilfreier Kalkstein mächtigere Einlagerungen bildet. Wie in Westphalen so zeigt die Culmformation auch in Nassau eine durch viele, sehr schroffe und meist heterokline Sattel und Mulden ausgezeichnete Architektur. Koch, in Jahrbücher des Vereins für Naturk. im Herz. Nassau, Heft 13, 1858, S. 293 ff.

Aeltere Kohlenformation zwischen Wetzlar und Stadtberg.

Von Dillenburg aus lässt sich die ältere Kohlenformation mit ganz ähnlichen Eigenschaften und mit denselben beiden Hauptgliedern des Culms und des flötzleeren Sandsteins einerseits gegen Süden in den Kreis Wetzlar, anderseits gegen Norden durch das hessische Hinterland und das Fürstenthum Waldeck bis nach Stadtberge verfolgen. Sie liegt dort ebenfalls auf dem Kramenzel der devonischen Formation, und zeigt, gleichwie diese, eine mehrfache Sattel- und Muldenbildung. Der **Culm** besteht auch in diesem Landstriche wesentlich aus schwarzem und grauem Kieselschiefer, aus rothem und grauem, oft gestreiftem Hornstein, aus schwarzem und grauem Thonschiefer mit *Posidonomya Becheri*, und aus dünnschichtigem schwarzem Plattenkalkstein. In dem Zuge von Fraisbach nach Holzhausen gewinnt er jedoch, zugleich mit einer sehr grossen Verbreitung, auch eine etwas andere Beschaffenheit, indem sich viele psammitische Schichten einfinden, welche bald mehr wie gewöhnlicher Sandstein, bald wie Grauwacke erscheinen und die Kieselschiefer und Kalksteine nur als untergeordnete Bildungen hervortreten lassen. Der **flötzleere Sandstein** besteht aus kleinkörnigem bis grobkörnigem Sandstein mit grünlich gefärbtem Bindemittel, in welchem sich die kleinen Fragmente von Quarz, Kieselschiefer u. s. w. deutlich erkennen lassen; mit diesem Sandsteine wechseln Schieferthone auf die manchfaltigste Weise ab. Vergl. v. Dechen, im Neuen Jahrb. für Min. 1855, S. 51 f.

Aeltere Kohlenformation am Harze.

Am Harze hat A. Römer die **ältere** Kohlenformation in bedeutender Verbreitung nachgewiesen, so dass ein grosser Theil dieses Gebirges und namentlich des Oberharzes, welchen man sonst der Uebergangsformation beirechnen zu müssen glaubte, in das Gebiet der carbonischen Formation verwiesen worden ist, in welcher auch die berühmten Erzgänge von Clausthal und Zellerfeld aufsetzen.

Es sind in der Hauptsache dieselben beiden Hauptglieder, nämlich der Culm und der flötzleere Sandstein oder die Culmgrauwacke, welche auch am Harze auftreten; allein die Sandsteine und Grauwacken finden sich schon in dem unteren Gliede so vorwaltend ein, dass die Posidonomyaschiefer und Kieselschiefer meist nur wie untergeordnete Einlagerungen in ihnen erscheinen; übrigens enthalten diese Sandsteine mehr oder weniger Pflanzenreste, von welchen namentlich *Calamites transitionis*, *Bornia scrobiculata*, *Knorria imbricata* und *Sagenaria Veltheimiana* erwähnt zu werden verdienen. Auch die Plattenkalksteine Westphalens haben sich an einigen Puncten, obgleich nur in geringer Mächtigkeit nachweisen lassen. — Die **jüngere** Steinkohlenformation, welche am Südrande des Harzes bei Rothenhütte, Ilfeld und Neustadt, am Nordrande bei Meisdorf vorhanden ist, scheint in ihrer Lagerung ganz unabhängig von der älteren Formation zu sein.

Aeltere Kohlenformation in Schlesien.

In Schlesien wird die ältere Kohlenformation durch den eigentlichen **Kohlenkalkstein** und durch eine mächtige Ablagerung von **Grauwacke** und **Grauwackenschiefer** repräsentirt, welche als das vollkommene Aequivalent des flötzleeren Sandsteins zu betrachten ist.

Am nordöstlichen Rande der grossen Bucht, welche zwischen dem Riesen
birge, dem Eulengebirge und dem Schlesisch-Mährischen Gebirge eingesenkt,
gen Südwesten aber nach Böhmen hinein geöffnet ist, liegen bei Altwasser unw
Waldenburg, bei Hausdorf und Falkenberg, bei Ebersdorf, Silberberg und Ro
waltersdorf mächtige Kalksteinlager, welche zum Theil schon von Leopold v. Bu
im Jahre 1838 als Kohlenkalkstein erkannt worden waren. Dieser Kalkstein
bei Altwasser und Hausdorf einer dem Gneisse des Eulengebirges unmittelbar a
liegenden Grauwacke eingelagert, welche dann selbst von der oberen Kohlenfo
mation bedeckt wird. Bei dem Silberberger Lager finden ähnliche Verhältnis
Statt, indem dasselbe durch ein Gneissconglomerat vom Gneisse getrennt wir
während das ihm parallele Ebersdorfer Kalksteinlager nebst der unterliegend
Grauwacke auf dem Clymenienkalksteine, als dem obersten Gliede der devonisch
Formation aufruht, so dass beide als die Flügel einer und derselben Mulde auftr
ten, innerhalb welcher die Culmgrauwacke gelagert ist. Der Kohlenkalkstein v
Rothwaltersdorf endlich scheint eine Fortsetzung des Ebersdorfer Lagers zu bilde
Während also in England und Irland, in Russland und Nordamerika der Kohle
kalkstein über sehr grosse Räume verbreitet ist, so erscheint er in Schlesien n
in der Form von einzelnen, der Grauwacke eingeschalteten Lagern. Ueber d
reiche Fauna dieses Kalksteins hat P. v. Semenow eine vortreffliche Arbeit begon
nen*), deren Fortsetzung höchst wünschenswerth ist, weil sie sich bis jetzt n
auf die, allerdings vorzüglich charakteristischen Brachiopoden erstreckt. Au
ihr ergiebt sich, dass folgende Species besonders häufig vorkommen:

Productus giganteus	*Strophomena analoga*
. . . . . *semireticulatus*	*Spirigera Royssii*
. . . . . *Flemingii*	*Spirifer Beyrichianus*
. . . . . *margaritaceus*	. . . . *lineatus*
. . . . . *punctatus*	. . . . *rugulosus*
. . . . . *granulosus*	. . . . *striatus*
. . . . . *fimbriatus*	*Orthis resupinata*
. . . . . *latissimus*	. . . *Keyserlingkiana*
. . . . . *mesolobus*	*Chonetes concentrica.*

Das im Hangenden dieser Kohlenkalksteinlager auftretende sehr mächtige Glatze
oder Warthaer Grauwackengebirge ist durch Beyrich ganz entschieden als da
Aequivalent des flötzleeren Sandsteins oder des Millstonegrit erkannt worden**),
was auch durch die von Göppert bestimmten Pflanzenreste seine vollkommene Be-
stätigung gefunden hat. In der Nähe von Rothwaltersdorf kommen sogar im Schie-
fer Productus-Arten u. a. Fossilien des Kohlenkalksteins vor. — Aber auch das
nördliche, zwischen Schatzlar, Rudolstadt, Freiburg, Altwasser und Landeshut
liegende Grauwackengebiet, welches theils aus Conglomerat, theils aus Grau-
wacke, Grauwackenschiefer und Thonschiefer besteht, ist von Beyrich und Göp-
pert als flötzleerer Sandstein bestimmt worden, wie nicht nur seine Verhältnisse
zu dem Kohlenkalksteine von Altwasser, sondern auch insbesondere seine Pflan-
zenreste beweisen. Göppert fand sogar in dem Gneissconglomerate von Fürsten-
stein Calamiten, und in den polygenen Conglomeraten bei Landeshut, welche bis-
weilen schmale Kohlenlagen enthalten, *Stigmaria ficoides*, *Calamites transitionis*,
C. cannaeformis, *Sagenaria Veltheimiana* u. a. Pflanzen, welche über die eigent-
liche Formationsstellung dieser Gesteine keinen Zweifel lassen***). Vorzüglich
reich an Pflanzenresten sind die Schichten der Umgegend von Landeshut.

*) In Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 6, S. 317 ff.

**) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 1, S. 78 ff.

***) Göppert, Fossile Flora des Uebergangsgebirges, S. 54 ff.

§. 358 e. *Kohlenführende Ablagerungen der älteren Steinkohlenformation.*

Wegen der praktischen Wichtigkeit der Sache wollen wir noch ein paar spiele von solchen Ablagerungen vorführen, welche zwar, zufolge ihrer ·nologischen Stellung und ihrer organischen Ueberreste, der älteren Koh- formation zugerechnet werden müssen, dennoch aber bauwürdige Koh- ·lötze beherbergen, weshalb sie den Beweis liefern, dass diese Formation ·h wenigstens in manchen Fällen einige Beachtung verdient.

Die in Sachsen, westlich von Freiberg, in der Gegend von Hainichen und ·i Ebersdorf abgelagerte, nach unten aus mächtigen Conglomeraten, nach ·n aus Sandstein, Schieferthon und fünf Kohlenflötzen bestehende Steinkoh- ·bildung zeigt neben einigen wenigen Pflanzenspecies, welche auch in der ·geren Steinkohlenformation vorkommen, eine weit grössere Anzahl von an- ·en Species, welche bis jetzt nur in der älteren Formation nachgewiesen ·den sind; weshalb es schon aus paläontologischen Gründen sehr wahr- ·inlich wird, dass diese beiden Kohlenbassins lediglich der älteren For- ·ion angehören können.

Schon lange kannte man von Hainichen den merkwürdigen *Calamites transitio-* ·, welcher sich von allen übrigen Species dieses Geschlechtes dadurch unter- s·heidet, dass die Furchen des einen Gliedes genau auf die des folgenden Gliedes passen. Wir haben gesehen, dass dieselbe Calamiten-Art auch in der älteren Koh- ·nformation Nassaus, Hessens, des Harzes und Schlesiens als wahre Leitpflanze ·hr verbreitet ist, und Andrae bestätigte das Vorkommen derselben in der Grau- wacke der Gegend von Magdeburg*). *Bornia scrobiculata* und *Knorria imbricata* sind bei Zwickau, in der jüngeren Steinkohlenformation, noch niemals, bei Hai- ·chen aber gar nicht selten vorgekommen. Dasselbe gilt von *Sagenaria Veltheimiana, Sphenopteris distans* und von mehren anderen Species, während fast nur ·*maria ficoides* und *Sphenopteris elegans* beiden Schichtensystemen gemeinschaft- ·h angehören.

Das in den Bassins von Hainichen und Ebersdorf abgelagerte kohlenfüh- ·de Schichtensystem wird aber nicht nur durch seine Pflanzenreste, sondern ·r vorzüglich durch seine Lagerungsverhältnisse als eine Bildung charak- ·sirt, welche der jüngeren Steinkohlenformation vorausgegangen ist, und ·an die Uebergangsformation so innig anschliesst, dass wir es früher der ·nischen Formation zurechnen zu müssen geglaubt haben.

Bei Cunnersdorf und Berthelsdorf lehnen sich die fast senkrecht aufgerich- ·n tiefsten Schichten dieser Kohlenbildung unmittelbar an die gleichmässig ·richteten Schichten der devonischen Grauwacke, in deren Liegendem der ·olithenführende Kieselschiefer von Langenstriegis auftritt. Die eigentliche ·nkohlenformation von Zwickau dagegen ist den devonischen Schichten ent- ·eden discordant aufgelagert. Als den wichtigsten Punct aber müssen wir · hervorheben, dass die in den obersten Regionen des Erzgebirgischen Bas- ·, bei Flöha und im Struthwalde abgelagerten steinkohlenführenden Schich-

---

*) Andrae, in der botan. Zeitung, 9. Jahrg. 1851, S. 201.

ten, welche in der Gegend von Lichtenwalde horizontal über den st… aufgerichteten Schichten des Ebersdorfer Bassins liegen, als die wirkli… Fortsetzung, oder richtiger, als der oberste Anfang der Zwickauer Stei… kohlenformation zu betrachten sind. Sonach liegt denn hier eines der selten… Beispiele vor, da beide Kohlenformationen in discordanter Lagerung üb… einander getroffen werden, obgleich sie in der Hauptsache verschiedene, u… nur an einander gränzende Bildungsräume einnehmen.

Diese Deutung der Schichten von Flöha, welche ich schon im Jahre 1838 a… ihren petrographischen und geotektonischen Verhältnissen gefolgert hatte, ist v… mir im Jahre 1851 durch paläontologische Thatsachen ausser allen Zweifel geste… worden. Die schmalen Kohlenflötze des Struthwaldes werden nämlich von du… kelgrauen Schieferthonen begleitet, in welchen *Stigmaria ficoides*, Sigillarien u… Syringodendra gar nicht selten vorkommen, und Tausende von Calamiten in p… pierdünnen Abdrücken über einander gepresst liegen. Das ist aber nimmerme… die Flora des Rothliegenden, zu welchem man wohl jene Schichten rechnen … können geglaubt hat, sondern ganz unzweifelhaft die Flora der Zwickauer Form… tion. Sie charakterisirt aber die obersten Schichten eines Systems, desse… tiefste Schichten bei Lichtenwalde auf den Schichtenköpfen der Ebersdorfer F… mation discordant gelagert sind. Man kann diess wohl als einen vollgiltige… Beweis dafür ansehen, dass die Hainichen-Ebersdorfer Formation älter ist, a… die Zwickauer Steinkohlenformation, und zugleich als eine Bürgschaft dafür, da… diese letztere Formation in der Tiefe des Erzgebirgischen Bassins wohl sehr ver… breitet sein wird; wie sie denn schon gegenwärtig bei Würschnitz und Lugau mitten zwischen Chemnitz und Zwickau, durch den Bergbau ausgebeutet wird. Alle diese Folgerungen wurden bald darauf vollständig bestätigt durch die seh… gründlichen paläontologischen Untersuchungen meines Freundes Geinitz, dere… Resultate er in seiner, von der Jablonowskischen Gesellschaft gekrönten Pre… schrift über die Flora des Hainichen-Ebersdorfer und des Flöhaer Kohlenbassin… (Leipzig 1854) niedergelegt hat.

Wie in Sachsen, so ist auch in Frankreich eine, der älteren Formation an… gehörige und sich unmittelbar an die Uebergangsformation anschliessende Steinkohlenbildung nachgewiesen worden. Es ist diess die in den Departements der Maine et Loire und der Loire inférieure, von Doué bis nach Nort, au… 25 Lieues Länge bekannte Steinkohlenformation, welche von Elie de Beaum… und Dufrénoy in der *Explication de la carte géologique de la France* unter de… Namen des *Système anthraxifère* als eine devonische Bildung aufgeführt un… wohlweislich von der jüngeren Steinkohlenformation getrennt worden ist.

Diese merkwürdige anthracitführende Zone in den Loire-Gegenden, welche bei Mouzeil, Montrelais, Saint-Georges-Châtelaison und vielen anderen Orten bekannt, bei Chalonnes aber, wo sie das Thal der Loire schräg durchschneidet, am besten aufgeschlossen ist, besteht nach unten aus Conglomeraten von Quarz-, Glimmer-schiefer- und Thonschiefer-Geröllen, welche weiter aufwärts, durch allmälige Verfeinerung des Kornes, in Sandsteine übergehen, über und zwischen denen endlich mehre (2 bis 7) Anthracitflötze folgen, welche jedoch nicht als stetige Lager, sondern nur als lagerartig hinter einander gereihte Stöcke ausgebildet sind, die zuweilen fast wie verticale, schilfartig comprimirte Säulen in die Tiefe hinabsetzen. Diese Kohlen werden sehr gewöhnlich im Hangenden und Liegenden von einem licht grünlichgrauen, ziemlich weichen thonsteinähnlichen Gesteine begle-

tet, welches wegen seiner tesseralen Zerklüftung *pierre carrée* genannt wird. Auch treten hier und da Quarzite und Kalksteine in der Form von untergeordneten Stöcken auf.

Das ganze, 1000 bis 1500 Meter mächtige und 15 Meilen weit fortziehende Schichtensystem ist der silurischen und devonischen Formation scheinbar eingeschaltet, streicht im Mittel von OSO. nach WNW., und zeigt durchaus eine steile ..ichtenstellung, indem seine Schichten in mehre sehr scharfe Mulden und Sattel ..efaltet sind, so dass sie sich mehrfach wiederholen, und bald nach Norden, bald ..ch Süden einsenken. Von 21 Pflanzenspecies, welche Adolph Brongniart aus ..eser Kohlenformation aufführt, sind nach Raulin bis jetzt nur sehr wenige in der ..ngeren Kohlenformation gefunden worden; *Bull. de la soc. géol* [2], *I*, 1844, .. 152.

Es ist über die wahre bathrologische Stellung dieser Steinkohlenbildung viel ..estritten worden, weil sie mehre ausgezeichnete Geologen für devonisch erklär..n. Wenn aber auch die eigenthümliche Lagerungsform eine sehr innige und ..liig concordante Verknüpfung mit der Uebergangsformation beurkundet, so ..prechen doch folgende Gründe für die gegentheilige, von Verneuil und d'Archiac ..ertretene Ansicht:

1. die devonischen Fossilien verschwinden oberhalb derjenigen Schichten, welche die Kalksteine von Chalonnes, Monzeil u. a. O. einschliessen;
2. an ihrer Stelle erscheinen nur Schichten mit Pflanzenresten, welche denen der Steinkohlenformation analog sind; und
3. diese letzteren Schichten werden bei Sablé von Kalkstein bedeckt, welcher durch seine Fossilien als Kohlenkalkstein charakterisirt ist.

..e anthracitführende Formation der Loire entspricht daher denen unter dem Kohlenkalksteine lagernden Kohlenbildungen, wie sie auch z. Th. im nördlichen England und in Russland bekannt sind.

Man vergleiche übrigens die sehr lehrreiche Abhandlung von Viquesnel über ..ese Steinkohlenbildung, im *Bull. de la soc. géol. 2. série, I, p.* 70 ff.

Wir übergehen die unbedeutenden, obgleich in ihrer Art sehr interessan..n Vorkommnisse von Thann in den Vogesen, von Offenburg und Badenweiler in ..len, um dieses Kapitel mit einer Bemerkung über die, bereits S. 291 ..ähnten, angeblich devonischen Steinkohlenbildungen Spaniens zu be..essen.

Die kohlenführenden Schichten Asturiens gehören nach Paillette und Ver..uil zum Theil der devonischen Formation an. Bei Arnao unweit Avilès lehnt .. an die steil aufgerichteten Schichten der Silurformation ein nur wenig ..neigtes System von Schieferthonschichten, in welchem ein 12 bis 24 Fuss ..htiges Steinkohlenflötz auftritt; über diesem Systeme folgt in ganz regel..ssiger und concordanter Lagerung ein Quarzconglomerat, und dann eine ..kstein-Ablagerung, in welcher *Spirigerina reticularis* und andere devonische ..silien vorkommen. Ganz ähnliche Verhältnisse wiederholen sich bei Fer..es: nur sind die Schichten dort steiler aufgerichtet, und ohne das Zwischen..er von Quarzconglomerat ausgebildet.

Verneuil und d'Archiac bestimmten aus dem Kalksteine von Ferroñes unter ..deren folgende Petrefacten:

Calamopora polymorpha,	*Lithodendron caespitosum,*
. . . . . . *fibrosa,*	*Aulopora serpens,*

Spirigerina reticularis, *Orthis resupinata*,
Terebratula Daleidensis, *Leptaena Murchisoni*,
Spirifer Verneuilii, *Conocardium aliforme*,
. . . . *heteroclytus*, *Spirorbis omphalodes*,

durch welche wohl das devonische Alter desselben erwiesen wird. *Bull. de la s*
géol. 2. série, II, 1845, *p.* 439 ff. und *p.* 458. Wenn sich also die unter i
liegenden kohlenführenden Schichten an ihrer wahren bathrologischen Stelle b
finden, was freilich sehr zu bezweifeln ist, so würden uns solche das Beispiel ei
devonischen Kohlenformation liefern.

Nach Verneuil's früherer Ansicht würde auch das Kohlenbassin von Sab
in der Provinz Leon als das oberste Glied der dortigen devonischen Formati
zu betrachten sein. Die herrschenden Gesteine dieser, in ostwestlicher Ric
tung über 24 Meilen weit zu verfolgenden Bildung sind Thonschiefer, schwa
zer, grauer oder röthlicher Schieferthon, und quarziger oft zelliger Sandste
die Anzahl der Kohlenflötze ist bedeutend, und einige erreichen stellenwei
eine Mächtigkeit von 50, 60, ja sogar 100 Fuss. Die Art und Weise, wo die
Kohlenbildung zwischen den Schichten der Uebergangsformation eingeschalt
oder eingeklemmt ist, hat grosse Aehnlichkeit mit den Verhältnissen der ob
erwähnten Kohlenformation der unteren Loire.

Unter den verschiedenen Gründen, welche Verneuil früher für seine Ansic
über das devonische Alter dieser Formation anführte, waren die wichtigsten, da
am Südrande derselben mächtige Kalksteinschichten mit devonischen Conchyli
zwischen den schwarzen Schiefern auftreten, und dass der eigentliche Koh
lenkalkstein, welcher doch auf der Nordseite der cantabrischen Kette existirt, i
Bassin von Sabero nirgends bekannt ist. (*Bull. de la soc. géol. 2. série, VII*, 185
p. 156 ff.). Indessen erklärte später Verneuil selbst, es sei noch eine *questi*
douteuse, ob die Kohlenformation von Sabero devonisch sei; (*Ibidem, X, p.* 12
Auch glaubt Casiano de Prado, dass die scheinbar dafür sprechenden Lagerungs
verhältnisse abnorme, durch Ueberkippungen und Faltungen hervorgebracht
seien, wofür sich auch Murchison erklärt.

Viertes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der Steinkohlenformation.

§. 359. *Allgemeine Betrachtung der pflanzlichen Ueberreste.*

Die Steinkohlenformation beherbergt eine grosse Menge von organischen
Ueberresten, sowohl aus dem Pflanzenreiche, als auch aus dem Thierreiche;
während aber die Pflanzenreste grösstentheils nur in denen aus Sandstein
Schieferthon und Steinkohle bestehenden Etagen niedergelegt sind, und daher
in den limnischen eben sowohl wie in den paralischen Territorien vorkommen
so erweisen sich die thierischen Ueberreste als ein fast ausschliessliches Eigen-
thum der unteren Etagen der paralischen Kohlenformation, indem die meisten
von ihnen im Kohlenkalksteine und in den ihn unmittelbar begleitenden Schich-
ten auftreten.

Was nun zuvörderst das Pflanzenreich betrifft, so ist es wohl gewiss

..s keine andere Formation eine gleiche Menge von vorweltlichen Pflanzen-
assen umschliesst, wie die Steinkohlenformation; aber freilich befindet sich
.r grösste Theil dieser Pflanzenmassen als Steinkohle in einem solchen
.stande der Aggregation und Compression, der inneren Umbildung und ge-
nseitigen Verflössung, dass die Formen der einzelnen, vielfältig in und über
.ander gepressten, und zu einer stetigen und homogenen Kohlenmasse umge-
.ndelten Pflanzenkörper in den Kohlenflötzen nur selten noch deutlich er-
.nt werden können. Auch mag sich wohl ein grosser Theil dieser Pflanzen-
.ssen vor seiner gänzlichen Verkohlung in einem ähnlichen Zustande der
.eration, Auflockerung und Erweichung befunden haben, wie solcher bei
.chen Torfarten angetroffen wird; wofür insbesondere die, in das liegende
.d hangende Nebengestein eingepressten Flötzgangtrümer sprechen, von wel-
.n oben S. 507 die Rede gewesen ist.

Göppert hat wohl zuerst aufmerksam darauf gemacht, dass man auch mitten
in der Steinkohle die Formen und Sculpturen zumal von stammartigen Pflan-
zenkörpern häufiger zu erkennen vermag, als man es vermuthen sollte; besonders
.t diess von den Sigillarien, Calamiten, Stigmarien, Lepidodendren u. a. Pflan-
zen, durch deren Anhäufung die Kohlenflötze vorzugsweise gebildet worden sind.
So sind von Göppert in den Kohlenflötzen Schlesiens, Westphalens und Rhein-
preussens bereits über 80 Pflanzenspecies innerhalb der Kohle selbst nachgewie-
sen worden; Teschemacher aber hat auch in den Anthracitflötzen Pennsylvaniens
noch deutlich erkennbare Pflanzenformen gefunden. Die Erscheinung ist also gar
nicht so selten, und bisher nur weniger beachtet worden, als sie es verdient.

Wo dagegen vereinzelte Pflanzenkörper in feinem Sandsteine, in Schie-
.thon, oder auch in Sphärosiderit eingeschlossen wurden, da werden solche
.ar gleichfalls eine Verkohlung ihrer Substanz erfahren haben, aber eben
.swegen, innerhalb der hellfarbigen und für jeden Eindruck empfänglichen
.se, ihre Formen um so deutlicher hervortreten lassen. Daher sind es
.n gerade die genannten drei Gesteine, ganz vorzüglich aber der Schiefer-
.n und der Sphärosiderit, welche den grössten Reichthum von wohl er-
.tenen Pflanzenresten umschliessen.

Uebrigens wurde es schon gelegentlich bemerkt, dass diese isolirten
.d deshalb vollständig erkennbaren Pflanzenreste besonders zahlreich und
.nchfaltig in der unmittelbaren Nachbarschaft der Kohlenflötze, und
.ar in dem Hangenden derselben, oder in denjenigen Schichten vorkom-
.n, welche zunächst über den Flötzen liegen; wogegen es eine vielfältig, in
.gland wie in Westphalen und Schlesien, in Neuschottland wie in Pennsyl-
.ien und in anderen Nordamerikanischen Staaten wahrgenommene Thatsache
., dass der unmittelbar im Liegenden der Kohlenflötze anstehende Schie-
.thon gar häufig nichts als Stigmarien (und allenfalls noch Calamiten) erken-
.n lässt, deren Stämme und lineare Blätter diesen Sohlschieferthon erfüllen,
welcher durch die Einknätung der letzteren oftmals eine recht verworrene
.ructur erhalten hat*).

*) Vergl. oben S. 505 und 506.

Im eigentlichen Kohlenkalksteine sowie in den limnischen Kalksteinen d Steinkohlenformation kommen nur selten wohl erhaltene Pflanzenreste vor. E ausgezeichnetes Beispiel der letzteren Art liefert der oben, S. 464 erwähnte Ka stein von Burdihouse, welcher zumal auf seinen Schichtungsfugen sehr zahlreic Pflanzenreste umschliesst. Besonders häufig sind Lepidostrobi, von welchen ei mal auf einer drei Quadratfuss grossen Fläche über 40 Stück beisammen lage dann Lepidophylla und Lepidodendra, sowie Farnkräuter, während Calamit nur selten und Sigillarien gar nicht vorkommen. *The fossil Flora of Great Brita III*, 1837, *p*. 22.

Als ein interessantes und wichtiges Ergebniss der neueren Beobachtu verdient es hervorgehoben zu werden, dass die verschiedenen, in einem u demselben Bassin übereinander liegenden Kohlenflötze eine mehr oder we niger auffallende Verschiedenheit der sie begleitenden und zusammen setzenden vegetabilischen Ueberreste erkennen lassen. Diese Thatsache dürf nicht nur die verschiedene Qualität der Kohle in den verschiedenen Flötzen er klären, sondern auch beweisen, dass zwischen der Bildung der unteren un der oberen Flötze ein bedeutender Zeitraum lag, während dessen sich in der selben Gegend eine neue Vegetation an der Stelle der vorhergehenden entfal tete; wie ja dergleichen Vegetationswechsel auch heutzutage da vorzukomme pflegen, wo durch äussere Ursachen der vorhandene Bestand vernichtet wurde Auch hat die ganze Vegetation überhaupt, während des langen Verlaufe der carbonischen Periode, gewisse Entwickelungsstufen durchschritten, so das zu verschiedenen Zeiten verschiedene Formen vorgewaltet haben. Diess ergieb sich insbesondere aus einer genaueren Vergleichung der in der älteren und i der jüngeren Kohlenformation vorkommenden Flora, welche eine so auffallend Verschiedenheit erkennen lassen, dass beide nur wenige Formen gemeinschaftlich besitzen, in der Hauptsache aber durch ganz verschiedene Formen charakterisirt werden. Aber auch in der jüngeren Formation ist eine allmälig Veränderung der Flora von unten nach oben bereits mehrfach nachgewiesen worden; eine Veränderung, welche weiter aufwärts, in der Flora der permischen Formation, ihr Ziel erreicht hat.

Durch vieljährige Beobachtungen des Vorkommens der verschiedenen Pflanzenspecies bei den verschiedenen Steinkohlenflötzen des Eschweiler Bassins hatte Grasser schon vor längerer Zeit das Resultat erhalten, dass diejenigen Species, welche die tieferen Flötze begleiten, bei den höheren Flötzen allmälig verschwinden, wogegen sich immer neue Species einstellen, je höher man aufwärts steigt, bis endlich die Pflanzen der älteren Flötze gänzlich verdrängt und durch andere ersetzt werden. Bischof, die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers, 1837, S. 356. Später ist dieses Verhältniss noch weit allgemeiner von Göppert und Beinert erkannt und verfolgt worden. Nachdem sie selbst in dem Flötzzuge von Tannhausen über Charlottenbrunn gefunden hatten, dass die unteren Flötze vorwaltend von anderen Pflanzen begleitet werden, als die oberen Flötze, nachdem ähnliche Beobachtungen von Burat im Steinkohlenbassin der Saône und Loire, und von Dumas in dem Kohlenreviere des Dép. du Gard gemacht worden waren, erkannten sie es als eine ganz allgemeine, in den Steinkohlenterritorien von Oberschlesien und Niederschlesien, von Westphalen und Saarbrücken bestätigte Thatsache, dass nicht nur die verschiedenen Flötze, sondern auch die sie bedeckenden Schiefer-

thone durch verschiedene Pflanzenspecies charakterisirt sind, obwohl ihnen auch gewisse Species gemeinschaftlich zukommen. Geinitz hat im Gebiete der sächsischen Steinkohlen-Territorien ganz ähnliche Verhältnisse nachgewiesen.

Da aber diese Veränderungen der Vegetation während der devonischen, ·bonischen und permischen Periode jedenfalls ganz allmälig, auch wohl ·r früher und dort später erfolgt sind, so kann es uns nicht wundern, ss die Flora der devonischen Formation schon eine theilweise Uebereinmung, und dass die Flora der permischen Formation noch eine auffal·le Aehnlichkeit mit der Flora der carbonischen Formation erkennen ·st *, in welcher letzteren sich allerdings eine Ueppigkeit der Vegetation of·bart, wie solche weder vorher noch nachher Statt gefunden zu haben ·eint. Wenn aber auch manche identische und analoge Formen durch ver·dene Formationen hindurchgehen, so giebt es doch viele Formen, welche, ·h dem dermaligen Zustande unserer Kenntnisse, für einzelne Formationen ·charakteristisch gelten können.

Durch Adolph Brongniart, Göppert und Andere ist es erwiesen worden, ·· manche Flötze wo nicht ausschliesslich, so doch sehr vorwaltend von ··en wenigen und meist stammartigen Pflanzenformen gebildet worden 1. dass aber die Flötze verschiedener Bassins in dieser Hinsicht eine mehr ·r weniger grosse Verschiedenheit erkennen lassen.

Es haben z. B. in Oberschlesien Sigillarienstämme das Meiste zur Bildung der Kohlenflötze beigetragen, so dass die dortige, die Polnische und die Krakauer Steinkohle geradezu als Sigillarienkohle bezeichnet werden kann; daher erklärt ·ch auch die grosse Mächtigkeit der dortigen Flötze; die Sagenarien, Lepidodendra, Stigmarien und Calamiten werden nur in einzelnen Lagern überwiegend; m Allgemeinen sind die Calamiten und Nöggerathien selten, während die Farnkräuter überall fehlen. In Niederschlesien aber, wo die Flötze niemals so mächtig werden, da kommen Sigillarien und Lepidodendra zwar überall, doch nur vereinzelt, Stigmarien dagegen in unglaublicher Menge vor, zugleich mit Farnkräutern; die meiste Niederschlesische Kohle lässt sich daher als Stigmarienkohle bezeichnen. Araucarienholz ist in beiden Territorien als Faserkohle vorhanden. Die mächtigeren Flötze Oberschlesiens zeigen auf meilenweite Entfernungen dieselbe Beschaffenheit und dieselben Pflanzen, und eben so verhält es sich in Niederschlesien. Auch die Schieferthone sind in Oberschlesien sehr arm an Farnkräutern, und lassen überhaupt eine sehr einförmige Flora erkennen, während ·ie in Niederschlesien vorwaltend Farnkräuter, zugleich mit zahlreichen anderen Pflanzen, überhaupt also eine sehr manchfaltige Flora umschliessen. Ueberall ·ber ist, in der Kohle wie in den Schieferthonen, eine gruppenweise oder gesel·ge Ablagerung der Pflanzen, ein Vorwalten der einen, und ein Zurücktreten der ·deren unverkennbar. Göppert, Preisschrift über die Frage, ob die Pflanzen der Kohlenformation an Ort und Stelle gewachsen sind, S. 276 ff. — Auch in anderen Gegenden scheinen häufig Flötze vorzukommen, welche vorwaltend von Stigmarien oder von Sigillarien, oder auch (wie z. B. nach Goldenberg bei Saarbruck) Flötze, welche fast nur von Nöggerathien gebildet worden sind.

* Vergl. Ad. Brongniart, Chronologische Uebersicht der Vegetationsperioden, ·. von Müller, 1850, S. 5. ff., und Göppert, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. ·. 1851, S. 207.

Im Allgemeinen trägt die Flora der Steinkohlenformation das Gepräge ein Sumpf-, Morast- und Strand-Vegetation; doch kommen eigentlic subaquatische Pflanzen, und namentlich Fucoiden, nur selten vor. Kryptoga Monokotylen sind bei weitem vorherrschend; neben ihnen erscheinen nur no Coniferen und nacktsamige Dikotylen, wogegen die angiospermen Dikotylen fa gänzlich vermisst werden.

Unter den grösseren stammartigen Pflanzenformen sind es zunächst d Calamiten, welche eine sehr allgemeine Verbreitung besitzen, und der meist plattgedrückte, nach allen Richtungen liegende Stämme nicht selten de maassen angehäuft sind, dass sie fast auf jeder Spaltungsfläche des Schiefe thons zum Vorschein kommen. Die Asterophylliten, Annularien und sogenannt Hippuriten scheinen Aeste, Zweige und Blattquirle, die Volkmannien Blüthen ähren der Calamiten gewesen zu sein*).

Während die Farnkräuter oftmals, und besonders innerhalb des Schie ferthones, in einer ganz auffallenden Menge und Manchfaltigkeit angetroffen wer den, so sind dagegen Stämme von Farnbäumen keineswegs so häufig, al man früher glaubte, da die Sigillarien noch für dergleichen Stämme gehalte wurden. Dagegen erlangen diese Sigillarien und die ihnen sehr ähnliche Syringodendra eine ganz ausserordentliche Wichtigkeit, weil ihre oft colos salen Stämme in manchen Territorien der Steinkohlenformation in wahrha erstaunlicher Menge angehäuft sind. Dasselbe gilt von den Stigmarien, deren Deutung als bloser Wurzeln von Sigillarien auch neuerdings von Göppert aner kannt worden ist, sowie von den Lepidodendren und Sagenarien, wel che gleichfalls zu den häufigsten und grossartigsten Formen der carbonischen Flora gehören.

Von diesen und von einigen anderen stammartigen Pflanzentheilen dürfte das hauptsächliche Material vieler Steinkohlenflötze geliefert worden sein; doch mögen wohl auch die Farnkräuter und manche andere, kraut- oder staudenartige Pflanzen ihren Tribut entrichtet haben. Insbesondere dürfte die Schieferkohle aus einer Anhäufung solcher kleineren Pflanzen entstanden sein, de ren hundertfältig über einander abgestorbene Generationen sehr weit ausgedehnte vorweltliche Torfmoore gebildet zu haben scheinen. Dass Fucoiden nur selten beobachtet worden sind, diess wurde bereits erwähnt; nach Richard Brown kom men dergleichen in mehren Schichten der Kohlenformation von Cape-Breton vor. auch werden welche aus den Vereinigten Staaten und aus der Kohlenformation Russlands angeführt. Das früher als ziemlich häufig vorausgesetzte Vorkommen von Palmen dürfte neueren Forschungen zufolge sehr beschränkt sein, indem die allerdings sehr verbreiteten Nöggerathien nach Brongniart nicht zu den Palmen sondern zu den Cycadeen gehören**); von wirklichen Palmen kennt man nur eine *Flabellaria*, ein paar Species von *Palaeospathe* und *Zeugophyllites*, und einige andere seltene Formen. Unter den Coniferen ist besonders der *Araucarites carbonarius*

---

*) Nach Germar, Göppert und Constantin v. Ettingshausen. Siehe des Letzteren Beiträge zur Flora der Vorwelt, in Naturwissenschaftl. Abhandl. herausgegeben von Haidinger IV, 1. Abth. S. 65 ff.

**) Constantin v. Ettingshausen findet jedoch ihre Analogie mit den Palmen weit grösser, als mit den Cycadeen.

wichtig, von welchem sowie von Calamiten nach Göppert die meiste Faserkohle abstammt. Früchte oder Karpolithen kommen ziemlich häufig vor, lassen sich aber nur äusserst selten mit einiger Sicherheit auf andere, stamm- oder krautartige Formen beziehen.

Auch Göppert bezweifelt es, dass die Farne einen sehr bedeutenden Antheil an der Bildung der Steinkohle gehabt haben, und erklärt sich dagegen, dass man noch it von »Wäldern baumartiger Farne« spreche. »Voran stehen ganz unzweifelhaft die Sigillarien mit den Stigmarien, dann folgen die in der Faserkohle enthaltenen Araucarien und Calamiten, und nach ihnen erst die Lepidodendra, die Farne und die übrigen Pflanzenfamilien.« Im 29. Jahresber. der schles. Ges. für vaterl. Cultur, 1852, S. 42. Eben so bemerkt C. v. Ettingshausen, bei einer Mittheilung über die ...sile Flora der Kohlenmulde von Mährisch-Ostrau, dass sich auch dort ein Zusammenhang zwischen der Mächtigkeit der Kohlenflötze und der Beschaffenheit der Vegetation zu erkennen giebt. Je mehr die Farne vorwalten, um so geringer sind die Flötze, während das Vorwalten der Sigillarien, Lepidodendra und Calamiten eine ...chliche Entwickelung der Kohle bedingt.

Was den Zustand betrifft, in welchem die isolirten, also im Sand..., Schieferthone oder Sphärosiderite eingeschlossenen Pflanzenreste gefun... werden, so pflegen das Laub der Farnkräuter und die Blätter aller übri... Pflanzen gewöhnlich verkohlt, bisweilen verkiest, oftmals auch nur in ...drücken vorzukommen*). Die Stämme sind zwar grösstentheils bretartig ...mmengedrückt, nicht selten aber noch cylindrisch gestaltet, zumal wenn aufrecht in Bezug auf die Gesteinsschichten stehen. Sie zeigen gewöhnlich ... in Steinkohle umgewandelte Rinde, welche z. B. bei manchen Sigilla... und Calamiten noch bis $1/2$ Zoll dick ist, während der innere Raum mit ...iefertbon, oder mit Sandstein, bisweilen sogar mit Conglomerat ausgefüllt ... in welcher Ausfüllung nicht selten Fragmente ganz anderer Pflanzenreste ...kommen. Da nun dieselben Stämme auch von Gesteinsmasse um...lossen werden, so haben sich gleichzeitig verschiedene innere und ...ere Abformungen, oder Steinkerne und Abdrücke ausgebildet, deren ...iptur bald der Innenseite, bald der Aussenseite der Rinde entspricht. War ...h die Rinde zerstört worden, so gab diess zur Ausbildung noch anderer ...kerne Veranlassung.

Lyell bemerkt, dass die Rinde der meisten grossen stammartigen Pflanzen der Kohlenformation sehr dauerhaft gewesen sein müsse im Vergleich zu ihrem Innern. Auch komme dieselbe Verschiedenheit der Erhaltungsfähigkeit bei vielen jetzigen Baumarten vor. So besitze z. B. *Betula papyracea* in den Wäldern Neuschottlands eine so zähe und dauerhafte Rinde, dass ihr Stamm oft äusserlich noch ganz gesund und frisch erscheint, während doch alles Holz bereits ausgefault ist. Die in den Moorflächen stehenden und submergirten Stämme sind dann bisweilen mit Schlamm ausgefüllt, gerade so wie die hohlen Sigillarienstämme der Vorwelt. *Manual of elem. ...l. 5, ed. p.* 382. Andere Beispiele erwähnt er nach Hawkshaw's Beobachtungen S. 375. Vergl. auch Göppert, Fossile Flora des Uebergangsgebirges, 1852, S. 51 ff.

---

* In seltenen Fällen erscheinen die Blätter nur braun, noch etwas biegsam, fast wie ...ocknete Blätter aus einem Herbarium, so dass sie sich vom Schieferthone bei einiger ...icht ablösen lassen.

In diesen so häufig vorkommenden, mit Sandstein oder mit Schieferth ausgefüllten Stämmen ist natürlich von der organischen Structur des inner Stammtheiles nichts mehr zu erkennen, obwohl die äussere und innere Sculp tur, sowie die verkohlte Substanz der Rinde oft ganz vortrefflich erhalten is Weit seltener finden sich wirklich versteinerte Stämme, welche entwed durch Kieselerde, durch kohlensauren Kalk oder durch kohlensaures Eisenoxy dul, bisweilen auch durch Eisenkies petrificirt worden sind, und im verkieselt oder verkalkten Zustande ihre innere Structur oftmals in wunderbar Vollkommenheit erhalten haben, weshalb gerade sie für die Paläophytologie e ganz besonderes Interesse haben.

Verkieselte Stämme oder Stammtheile scheinen in der carbonischen Form tion seltener vorzukommen, als in der permischen Formation. Man kennt dergle chen z. B. in Böhmen bei Radowenz unweit Adersbach, bei Kottiken in der Näh von Pilsen, wo sie nach Micksch bis 24 Fuss lang und 3 Fuss dick vorkomme sowie bei Breeda und Slatin im Nachoder Kohlengebirge, in Oberschlesien bei Ja now unweit Myslowitz, in Niederschlesien an mehren Puncten des Waldenburg und Neuroder Reviers, in Frankreich im Bassin von Autun, wo sie sehr häufig vor kommen, und eine solche Aehnlichkeit mit den Dendrolithen aus dem Rothliegende von Chemnitz besitzen, dass die betreffenden Sandsteinschichten von manchen Geo logen der permischen Formation zugerechnet werden. Ueber den sogenannten ver steinerten Wald bei Radowenz hat neulich Göppert sehr interessante Mittheilunge gemacht; von Rhonow bis Slatina zieht sich ein Rücken von Kohlensandstein hi welcher besonders um Radowenz ausserordentlich viele verkieselte Stämme enthä so dass die dortige Ablagerung solcher Stämme eine der bedeutendsten ist, welch man kennt; die einzelnen Stammstücke sind 2 bis 6 Fuss lang, 1 bis 4 Fuss dick oft mit grossen Astnarben versehen, und in graubraunen Hornstein oder Chalcedo verwandelt; sie gehören sämmtlich Coniferen an, und zwar einestheils de *Araucarites Schrollianus*, anderntheils dem *A Brandlingii*. Jahrb. der k. k. ge Reichsanstalt, 1857, S. 725 ff. Der oben, S. 453 erwähnte weiche Sandstein au dem Kenawha-Thale ist nach Hildreth sehr reich an grossen, z. Th. 50 bis 60 Fu langen und 3 Fuss dicken, meist noch mit ihren Wurzeln versehenen, und durch aus verkieselten Baumstämmen; sie bestehen nämlich aus eisenschüssigem Horn stein, welcher auf allen Klüften mit Quarz überdrust ist*). Auch in Neuholland ha Leichhardt am Mackenzieflusse, unter 23° südl. Breite, versteinerte Coniferen ge funden, theils liegend, theils aufrecht stehend, verkieselt oder in Brauneisenerz ver wandelt. *Clarke, Quart. Journ. of the geol. soc. IV, p.* 60. Verkalkte Stämme sin seltener. Bei Gosforth, unweit Newcastle ist im Sandstein ein aufrechter, 72 Fus langer Stamm gefunden worden, dessen Holzkörper durch kohlensauren Kalk petri ficirt war; ähnliche verkalkte Stammtheile kamen in dem Sandsteinbruche vo Craigleith bei Edinburgh vor. *Lyell, Manual of elem. Geol. 5 ed. p.* 39 und 376. In Neuschottland findet sich nach Dawson stellenweise verkalktes Araucarienholz in grosser Menge, wie Treibholz zusammengehäuft: so z. B. zwischen Cape Malagash und Wallace-Herbour. Calamiten, Stigmarien u. a. Stämme sind nicht so gar selten durch Sphärosiderit versteinert oder doch wenigstens zu Steinkernen umge-

---

*) Hildreth vermuthete, dass diese Stämme Coniferen seien; wenn jedoch die von Lyell (Reisen in Nordamerika, übers. von Wolff; 1846, S. 230) erwähnten Dendrolithen, deren einer ihm von Hildreth verehrt wurde, dieselben sind, so waren es, seiner genauen Beschreibung zufolge, Psaronien.

bildet worden, wie z. B. die aufrecht stehenden sogenannten Eisenmänner im Saarbrucker Kohlengebirge.

Noch haben wir der merkwürdigen und viel besprochenen Erscheinung der ufrecht stehenden Stämme zu gedenken. Man versteht nämlich unter auf-…ht stehenden Stämmen solche, welche die sie einschliessenden Schichten r…htwinkelig durchsetzen, und daher wirklich aufrecht erscheinen, …nn sich diese Schichten noch in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage be-…len. wogegen sie sich in einer mehr oder weniger geneigten Stellung …en werden, sobald die Schichten eine grössere oder geringere Aufrichtung …hren haben. Dergleichen aufrechte Stämme kommen nicht so gar selten r. haben daher schon seit längerer Zeit die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, l auch bereits früher den Gegenstand einer besonderen Monographie ge-…rt*).

Sie haben ihre cylindrische Gestalt mehr oder weniger gut erhalten, d also nicht plattgedrückt, wie solches bei den liegenden Stämmen der Fall …ein pflegt, besitzen nicht selten noch ihre Wurzelstöcke, endigen bisweilen …n unten oder nach oben in einem Kohlenflötze, erscheinen aber doch ge-…nlich nur als mehr oder weniger lange Fragmente von Stämmen, ohne …der ihren Wurzelstock, noch ihre Krone erkennen zu lassen. Auch sind sie der Quere nach zerstückelt, wobei die einzelnen Stücke bisweilen verschoben …der von einander gerückt erscheinen. Obgleich sie daher in manchen Fällen …t Recht für solche Stämme erklärt worden sind, welche, an Ort und Stelle …wachsen, sich noch an ihrem ursprünglichen Standorte befinden, so ist doch …e solche Deutung derselben keineswegs in allen Fällen zulässig.

Eine der ersten Nachrichten von derartigen Vorkommnissen dürfte diejenige sein, welche im Weimarischen Magazin vom Jahre 1783, S. 86 über die aufrechten Stämme bei Manebach im Thüringer Walde gegeben wurde. Im Jahre darauf be-…trieb Habel einen Calamiten von Duttweiler, welcher 6 bis 7 Lachter hoch durch den dortigen schwarzen und sehr kiesreichen Schieferthon aufragte. Zu den schon früher bekannten Beispielen gehören auch die, in einem Sandsteinbruche unweit Hainichen in Sachsen vorkommenden Stämme, welche daselbst, bei einer Länge von vielen Fuss, und einer Dicke bis zu 2 Fuss, senkrecht in den fast horizontalen Schichten des Kohlensandsteins stehen. Später sind dergleichen Stämme aus so vielen Territorien der Steinkohlenformation beschrieben worden, dass wir uns mit der Erwähnung einiger besonders ausgezeichneter Beispiele begnügen können.

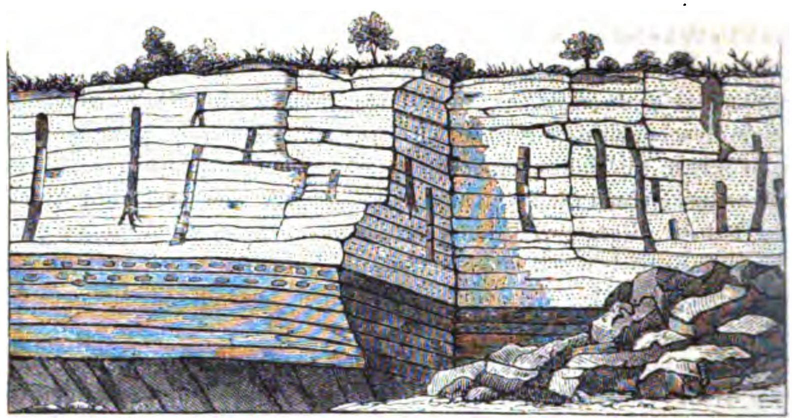
So fand Logan in einer Seitenschlucht des Thales von Swansea vier schöne, aufrechte Sigillarienstämme; sie waren bis 2 Fuss dick, mehre (der eine über 13) Fuss lang, und standen mit ihren unteren Enden auf einem Kohlenflötze. *De-la-Beche, Report on the Geol. of Cornwall etc. p.* 143. Ein recht interessantes Vorkommniss ist dasjenige, welches ehemals sehr schön bei le-Treuil, im Kohlenbassin von Saint-Etienne, entblöst war und von Adolph Brongniart beschrieben worden ist**).

---

* Nöggerath, über aufrecht im Gebirgsgestein eingeschlossene Baumstämme, Bonn …1 und: Fortgesetzte Bemerkungen über fossile Baumstämme, 1821.

**) *Annales des mines, 1. série, t. VI,* 1821, *p.* 359 ff. Nach Walferdin ist die Erschei-…ng gegenwärtig nicht mehr so schön zu beobachten, weil der Steinbruchsbetrieb fortge-…schritten ist. Man sieht jetzt nur geneigte und horizontale Stämme.

Der nachstehende Holzschnitt stellt einen Theil des dortigen, in Kohlensandste betriebenen Steinbruches dar, wie ihn Brongniart vorfand. Ganz unten sie



Aufrechte Stämme im Sandsteine von le-Treuil.

man nämlich ein Kohlenflötz entblöst, welches von Schieferthon bedeckt wird, d oben einige Nierenflötze von thonigem Sphärosiderit enthält; darüber folgt in ein Mächtigkeit von etwa 18 F. der Kohlensandstein, welcher die Stämme umschlies deren Stellung fast vertical ist, weil die Schichten beinahe horizontal liegen. M glaubt einen förmlichen Wald von grossen Equisetaceen oder Calamiten zu sehe die an Ort und Stelle im Sande begraben wurden; einzelne Stämme zeigen no ihre Wurzelenden, und bei manchen erkennt man es deutlich, wie ihre in d Schichtungsfugen getrennten Theile an diesen Fugen etwas verschoben sind. D verschiedene Niveau der Wurzeln und die ganze Art und Weise der Erscheinu dieser Stämme dürfte jedoch, wie schon Constant Prévost und Lidley bemerkt h ben, nicht für die Ansicht sprechen, dass sie sich an ihrem ursprünglichen Stan orte befinden.

Wo das Kohlenbassin von Lancashire von der Boltoner Eisenbahn durchschn ten wird, da fand man in den etwa 15° nach Süden einfallenden Schichten, inne halb einer Distanz von etwas mehr als 100 Fuss, sechs aufrechte Stämme, der Wurzeln alle in einer weichen Schieferthonschicht stecken. Fast in demselb Niveau mit diesen Wurzeln liegt ein 8 bis 10 Zoll starkes Kohlenflötz, und un diesem Flötze fand sich eine solche Menge von *Lepidostrobus variabilis*, dass me als ein Bushel davon gesammelt werden konnte. Die Stämme hatten eine zerre liche Kohlenrinde von $^1/_4$ bis $^3/_4$ Zoll Dicke, und einer derselben, welcher bis 11 Fuss Höhe aufragte, maass am unteren Ende $15^1/_2$, am oberen Ende $7^1/_2$ Fu im Umfange.

Ueberhaupt gehören aufrechte Stämme zu den nicht seltenen Erscheinungen den Steinkohlenrevieren Englands, wo sie von den Bergleuten *coalpipes* genan und sehr gefürchtet werden, weil sie oft zu Unglücksfällen Veranlassung gebe Weil sie nämlich durch keine Zweige auch seitwärts mit dem Nebengesteine ve bunden, sondern als blose cylindrische oder spitz kegelförmige Körper im San steine und Schieferthone suspendirt, und ausserdem mit einer weichen, zerreibl chen Kohlenrinde versehen sind, so werden sie da, wo sie, mehr oder wenig vertical stehend, durch den Bergbau von unten, also in der Förste einer Strec oder eines Abbaues, entblöst wurden, in Folge ihrer Schwere ein Bestreben erhalte aus ihrer Kohlenrinde herauszurutschen; was denn auch bisweilen so plötzlich e folgt, dass dadurch Verwundungen und Tödtungen von Bergleuten verursacht werde

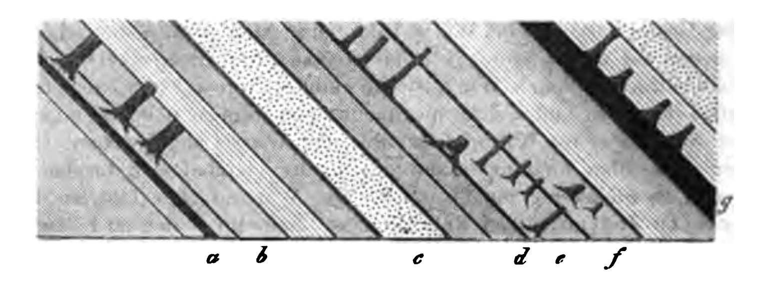
Besonders schön und deutlich lassen sich die Verhältnisse dieser aufrechten Stämme dort studiren, wo Kohlenflötze durch Tagebaue abgebaut werden, indem man die über ihnen liegenden Schichten als Abraum entfernt. Ein solcher Abbau ist auf der Grube Parkfield, bei Wolverhampton in Staffordshire, betrieben worden. Dabei wurden auf einem Raume von der Grösse eines Viertelackers nicht weniger als 73 noch aufrecht stehende Wurzelstöcke entblöst, von welchen einige über 8 Fuss im Umfange maassen, und welche hier mehr, dort weniger nahe bei einander standen; die Stämme selbst waren dicht über der Wurzel abgebrochen, lagen kreuz und quer nach allen Richtungen durch einander, zeigten sich durchaus platt gedrückt, und in Steinkohle umgewandelt. Die Wurzeln aber bildeten den oberen Theil eines 10 Zoll mächtigen Kohlenflötzes. Nahe unter diesem Flötze fand man einen zweiten derartigen unterirdischen Wald, der auf einem 2 Fuss starken Kohlenflötze stand, und 5 Fuss unter diesem Flötze abermals einen dritten Wald, der aus grossen Stumpfen von Lepidodendren, Calamiten und anderen Stämmen bestand.

Bei dem Baue der Eisenbahn wurde unweit Neunkirchen im Saarbrückener Kohlengebirge ein ganzer Wald von aufrechten Sigillarienstämmen aufgeschlossen; die Wurzeln lagen alle in demselben Niveau, und die Stämme endigten nach oben in einer abgerundeten Spitze, ohne eine Spur von Verzweigung erkennen zu lassen, Goldenberg, *Flora Saraepontana fossilis*, S. 27. Auch bei Lugau, in der Kohlenformation des erzgebirgischen Bassins, kommen oft grosse Wurzelstöcke von *Sigillaria alternans* in aufrechter Stellung vor, und Engelhardt beschrieb von Zwickau einen dergleichen Stock, welcher unmittelbar über einem Kohlenflötze stand, 4 Fuss hoch und unten $3^1/_2$ F. dick war.

Aeusserst lehrreiche und interessante Beispiele von aufrechten Stämmen haben uns Lyell, Logan und Richard Brown aus der Steinkohlenformation von Neuschottland und Cape-Breton kennen gelehrt. In Neuschottland sind an den steilen Küsten der Fundybay die herrlichsten Profile entblöst, in welchen die Schichten der Kohlenformation mit allem ihrem Inhalte vortrefflich aufgeschlossen vorliegen. An den hohen Wänden des Chignecto-Channels, eines Armes der Fundybay, wo die Schichten 24° in SSW. fallen, sah Lyell innerhalb eines etwa 2500 F. mächtigen Schichtensystems 19 Kohlenflötze von 2 Zoll bis 4 Fuss Stärke in verschiedenen Entfernungen über einander liegen, und in 10 verschiedenen Niveaus aufrechte Stämme, die meist Sigillarien angehörten; Logan, welcher später dasselbe Profil noch genauer untersuchte, endeckte innerhalb einer Schichten-Mächtigkeit von 4500 Fuss dergleichen Stämme in 17 verschiedenen Niveaus. Sie sind meist 6 bis 8 Fuss lang, doch erreichte einer die Höhe von 25 Fuss, bei 4 Fuss Durchmesser; die meisten aber endigten nach unten in einem Kohlenflötze, nur wenige in Schieferthonschichten. Diese Stämme scheinen also wirklich auf einem von Pflanzenmassen gebildeten Grunde gewachsen zu sein, etwa so wie Schilfrohr in einem Torfmoore.

Richard Brown hat ein sehr genaues Profil der Kohlenformation von Sydney auf Cape-Breton mitgetheilt, aus welchem sich ergiebt, dass in der dortigen, 1860 Fuss mächtigen kohlenführenden Etage 31 Kohlenflötze von 37 Fuss summarischer Mächtigkeit enthalten sind, unter denen sich nur vier bauwürdige befinden. Von diesen Flötzen sind 30 mit stigmariareichem Sohlschieferthon versehen, und überdiess kommen noch 11 mit Stigmarien erfüllte Schichten vor, so dass sich also successiv 41 verschiedene Vegetationen von Stigmaria entwickelt haben müssen. Ausserdem fanden sich aber noch in 18 verschiedenen Niveaus aufrecht stehende Stämme von Sigillarien, Lepidodendren und Calamiten unter mancherlei sehr interessanten Verhältnissen. Wir entlehnen aus der Abhandlung Brown's folgenden Holzschnitt, welcher dergleichen aufrechte Stämme darstellt, wie sie in dem an ihnen besonders reichen Theile des ganzen Schichtensystems zu beobachten sind.

Man sieht dort in den ziemlich stark geneigten Schichten, von unten nach ob zu fortgehend, erst drei grosse Stämme von ungefähr 30 Zoll Durchmesser u



4 Fuss Höhe, welche in der Schieferthonschicht *b* eingeschlossen, aber zu ho gelegen sind, um genauer untersucht werden zu können; sie geben nach unten Ende, noch ehe sie das Kohlenflötz *a* erreicht haben. Ueber ihnen folgt eine Schi ferthonschicht mit Pflanzenabdrücken, eine sandige Schieferthonschicht, eine 8 Fu mächtige Sandsteinschicht *c*, und dann Schieferthon mit Stigmarien und einer ko ligen Lage, bis endlich mit einer 3 Zoll starken Schicht kohligen Schieferthones ein zweites System von aufrechten Stämmen erreicht wird, unter denen sich be sonders ein kurzer, 18 Zoll starker Sigillarienstumpf dadurch auszeichnet, da seine Wurzeln durch die Schicht *d* schräg hindurchsetzen. Die über dieser Schic liegende, 4 Fuss starke Schieferthonschicht *e* enthält mehre kleine Sigillarienstämm deren als Stigmarien erscheinende Wurzeln in verschiedenen Niveaus liegen sie reichen durch eine schmale Lettenlage bis in die nächstfolgende, 5 Fuss mäch tige Schieferthonschicht *f*, welche abermals zwei Sigillarienstumpfe in aufrechte Stellung umschliesst. Nun folgt eine 9 F. mächtige Schieferthonschicht mit Stigma rien, und endlich das 6 Fuss starke Hauptkohlenflötz *g*, in dessen Dachschieferthon besonders viele aufrechte Stämme vorkommen, welche mit ihren Wurzel-Enden un mittelbar auf dem Kohlenflötze stehen, und theils Sigillarien, theils Lepidodendr sind. — Es ist in diesen und in allen ähnlichen Fällen wohl kaum zu bezweifeln, dass sich die aufrechten Stämme noch an ihrem ursprünglichen Standorte befinden, dass sie in dem zugeschwemmten Thone und Sande bis zu einer gewissen Tief begraben und dann ihrer oberen Theile durch Abbruch beraubt worden sind, welche abgebrochenen Stammtheile wahrscheinlich fortgeschwemmt wurden*).

Weit seltener als die aufrechten Stämme kommen solche vor, welche die Schichten in einer schrägen Richtung durchsetzen, und also in einer sehr geneigten Lage abgesetzt worden sein müssen. Ein ausgezeichnetes Beispiel der Art ist aus dem Steinbruche von Craigleith bei Edinburgh bekannt, wo ein über 60 F. langer Baumstamm, dessen Holzkörper grösstentheils durch Kalk petrificirt war, während die Rinde aus der reinsten Steinkohle bestand, innerhalb der weissen horizontalen Schichten des Kohlensandsteins in einer, unter 30 bis 40° geneigten Lage angetroffen wurde. Hugh Miller erwähnt vier andere solche Stämme, welche in Sandsteinbrüchen bei Edinburgh vorgekommen sind, die

*) Ueber die Ausbildung der versteinerten aufrechten Stämme spricht G. Bischof ausführlich in Lehrb. der chem. Geol. B. II, S. 1846 ff. Doch ist er der Ansicht, dass sie meist als solche Stämme zu deuten sind, welche, vermöge eines sehr starken Wurzelstockes, im Wasser in aufrechter Stellung niedersanken.

Schichten unter 30° durchschnitten, bis 60 und 70 Fuss lang und 4 bis 6 Fuss dick waren.

Lyell macht bei der Beschreibung dieses merkwürdigen Vorkommens auf die sogenannten *snags* im Mississippi aufmerksam. Es ist bekannt, dass dieser Strom alljährlich viele Tausende von Baumstämmen fortschwemmt, von welchen manche, die sehr grosse Wurzelstöcke haben, sich mit diesem schweren Ende zu Boden senken und im Schlammgrunde festsetzen, worauf sie von der Strömung in einer stromabwärts schräg aufsteigenden Lage erhalten werden, in welcher sie den stromaufwärts gehenden Schiffen sehr gefährlich werden können. Jene fossilen geneigten Stämme mögen wohl auf ähnliche Weise in ihre Lage versetzt, und in solcher von Schlamm und Sand eingeschlossen worden sein, weshalb sie als vorweltliche *snags* zu erklären sein dürften.

§. 360. *Grosse Armuth und allgemeine Aehnlichkeit der carbonischen Flora.*

Man kennt gegenwärtig aus der Steinkohlenformation nach Brongniart etwa 500, nach Unger an 700, nach Bronn und Göppert weit über 800 Pflanzenspecies, oder wenigstens als Species aufgeführte vegetabilische Formen*). Diese Zahl erscheint allerdings klein, wenn sie auch nur mit der Menge der gegenwärtig in Europa wachsenden Pflanzenspecies verglichen wird. Sie ist aber wahrscheinlich noch kleiner, weil gar manche, als besondere Species aufgeführte Dinge nur abgetrennte und isolirte Theile anderer Species, oder auch verschiedentlich erscheinende Fragmente einer und derselben Species sind. Wenn uns daher auch in Zukunft noch viele neue Formen bekannt werden sollten, so können wir es doch mit Brongniart schon jetzt als ausgemacht ansehen, dass die Flora der carbonischen Periode, im Vergleiche mit dem Reichthume und der Manchfaltigkeit der Flora der Jetztwelt, eine grosse Armuth und Einförmigkeit entfaltet. Diese Armuth erklärt sich zum Theil aus der fast**) gänzlichen Abwesenheit der eigentlichen oder angiospermen Dikotylen, und aus dem grossen Mangel an Monokotylen, welche beide Abtheilungen des Pflanzenreiches wenigstens $^4/_5$ aller jetzt lebenden Arten bilden.

Die in der Steinkohlenformation wirklich vorhandenen Familien und Geschlechter sind jedoch reich an Species; das Kohlengebirge Europa's umschliesst z. B. wenigstens fünfmal so viele Farnspecies, als dieser Erdtheil gegenwärtig aufzuweisen hat. Dieses Vorwalten der Farnkräuter lässt auf ein Insel-

*) Chronologische Uebersicht der Vegetationsperioden von Ad. Brongniart, übersetzt von K. Müller, 1850. *Genera et species plantarum fossilium* von Unger 1850. Bronn, einige Betrachtungen zur paläontologischen Statik, im Neuen Jahrb. für Min. 1849, S. 188. Göppert hält die von ihm im Jahre 1847 gegebene Zusammenstellung der Flora der jüngeren Kohlenformation noch jetzt für ziemlich richtig; danach hielt sie 814 Species; dazu kommen noch etwa 100 Formen aus der älteren Formation. *Nova Acta Acad. Leop. vol.* 27, 1860, p. 545.

**) Nach Corda sollen viele Karpolithen der Steinkohlenformation nur auf dikotyle Pflanzen bezogen werden können, wofür er auch (wie schon früher Artis und Martius) die Sigillarien und andere Formen erklärt, und daraus schliesst, dass die Vegetation der carbonischen Periode schon Repräsentanten aller Pflanzenclassen der Jetztwelt aufzuweisen hat.

und Küstenklima schliessen, wie ja schon die ganze Ausbildungsweise d
paralischen Kohlenformation die Vermuthung rechtfertigt, dass es flacher Me
resgrund gewesen ist, auf welchem ihre Entwickelung begonnen hat. Au
muss die damalige Vegetation eine äusserst üppige und kräftige gewes
sein; denn die meisten Familien haben sich in ganz erstaunlicher Fülle u
Reichhaltigkeit entwickelt, und viele derselben treten in so gigantischen Form
auf, wie sie gegenwärtig nicht einmal in dem Glutklima der Tropenländer ih
Analoga vorfinden; so z. B. die baumartigen Calamiten, Lepidodendra und S
gillarien, deren Vertreter die jetzigen Equiseten, Lycopodien und Isoëten (?) sin
Diese Ueppigkeit und Grossartigkeit der Vegetation berechtigt zu der Folgerun
dass während der carbonischen Periode auf der ganzen Erde noch ein seh
warmes Klima gewaltet haben müsse.*)

Gewiss giebt es noch unbekannte Pflanzen in der Steinkohlenformation, sag
Hooker, aber sehr zahlreich möchten sie bei dem so einförmigen Charakter d
ganzen Flora doch nicht sein, und es fragt sich, ob die Zahl der endlich zu en
deckenden Arten derjenigen aller der sogenannten Species gleichkommt, die ma
auf unvollkommene Theile schon anderweit beschriebener Species gegründet ha
Ueppig war diese Kohlenvegetation jedenfalls; diess beweist die angehäuft
Masse der Kohle selbst, das Vorwalten der Farne in allen Revieren, und die an
sehnliche Grösse so vieler Gewächse. Desungeachtet kann sie sehr einförmi
gewesen sein, wie sie es in manchen ausgedehnten tropischen Wäldern noch jetz
ist. Wo in der jetzigen Flora gemässigter Klimate die Farne vorwalten, da fehle
gewöhnlich andere Familien. Eine üppige Vegetation vieler Farnspecies, durc
viele Grade der Breite und Länge, verweist uns auf ein einförmiges Klima und au
eine arme Blüthenflora. So hat z. B. Neuseeland über viermal so viele Farne, al
Tasmanien, und zwar so gleichmässig über die ganze Fläche verbreitet, dass mei-
stens diejenigen, welche am südlichen Ende der Insel vorwalten, es auch am nörd-
lichen Ende thun. Die Inseln Westindiens und des grossen Oceans bieten eine an
Farnen merkwürdig reiche Flora dar. Als Beweise eines feuchten und gleichartigen
Klimas hat man die Farne der Kohlenperiode schon lange mit Recht betrachtet, abe
bisher noch nicht als Beweise einer armen Flora, auf welche man insbesondere
aus dem Vorherrschen gewisser Pecopteris-Arten schliessen muss, wenn anders die
Gesetze der jetzigen Vegetation schon damals Geltung hatten. Neues Jahrbuch für
Min. 1849, S. 506.

Die Gleichmässigkeit des Klimas und überhaupt die Gleichartigkeit der äus-
seren Lebensbedingungen während der carbonischen Periode wird auch ganz
besonders durch die allgemeine Uebereinstimmung erwiesen, welche
die Flora der Steinkohlenformation fast über die ganze Erde erkennen lässt.
Unter allen Himmelsstrichen, in der östlichen wie in der westlichen Hemisphäre,
in der gemässigten Zone, wie zwischen den Wendekreisen und jenseits des Po-
larkreises, überall begegnen wir denselben oder doch sehr ähnlichen
Formen, und es ist wirklich als eine staunenswerthe Thatsache zu bezeichnen,
dass uns die Pflanzenregister aus Europa und aus Nordamerika nicht nur die-
selben Familien und Geschlechter, sondern auch gar häufig dieselben Species

*) Nach Unger dürfte die Flora der Steinkohlenperiode auf eine Mitteltemperatur von
20 bis 25° verweisen.

vorführen. Wenn auch verschiedene Territorien der Steinkohlenformation mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten ihrer Flora erkennen lassen; wenn auch manche Bassins eine auffallende Armuth, andere dagegen einen grossen Reichthum an wohl erhaltenen Pflanzenresten verrathen; wenn auch hier gewisse Species, Geschlechter und sogar Familien gänzlich vermisst werden, welche dort sehr reichlich und in unzähligen Individuen niedergelegt sind; so ist es doch überall ein und derselbe allgemeine Typus, welcher sich in den wirklich vorhandenen Formen zu erkennen giebt.

Es muss also während der Periode der Steinkohlenformation neben der Sonne eine ganz andere Ursache einen so überwiegenden Einfluss auf die Temperirung des Klimas ausgeübt haben, dass dadurch die Verschiedenheiten der solaren Einwirkung fast gänzlich ausgeglichen wurden. Diese andere Ursache kann aber wohl nur die innere Erdwärme gewesen sein.

Von 48 Pflanzenformen, welche Lyell aus der Nordamerikanischen Steinkohlenformation mitbrachte, konnten die meisten mit Europäischen Species identificirt werden; dazu gesellen sich noch einige andere Species, auf deren Identität schon früher von Göppert aufmerksam gemacht worden war. Neues Jahrb. für Min. 1839, S. 737. Ja, Lesquereux hat in seiner Arbeit über die Pflanzen der Kohlenformation Pennsylvaniens unter etwas mehr als 200 Species mit Sicherheit 100 als übereinstimmend mit europäischen erkannt, während die übrigen den Formen der carbonischen Flora Europas sehr nahe stehen. Auf der, zwischen dem Nordcap und Spitzbergen, unter 74° 30′ nördlicher Breite liegenden Bäreninsel fand Keilhau nicht nur 4 Kohlenflötze, sondern auch Calamiten, Sigillarien, Lepidodendra und Farnkräuter. Sogar auf Spitzbergen werden nach Eugène Robert die Anthracitflötze von Calamiten, Sigillarien und gigantischen Lepidodendren begleitet, während dort die Farnkräuter fehlen sollen. Die Pflanzenreste von der Melville-Insel, unter 75° nördl. Breite, stimmen nach König im Allgemeinen mit denen der Englischen Kohlenreviere überein. Macgowan fand in der Anthracitregion der Provinz Fuhkien in China dieselben Stigmarien, wie sie in England vorkommen. In der Steinkohlenformation Australiens sind von Clarke und Jukes Stigmarien, colossale Sigillarien, Lepidodendra, Calamiten, Lycopoditen, dazu Species von *Pecopteris*, *Neuropteris* und *Cyclopteris*, also dieselben Pflanzengeschlechter nachgewiesen worden, wie man sie in Europa und Nordamerika kennt, während sich jener Erdtheil gegenwärtig durch seine Flora in so auffallender Weise von allen übrigen Erdtheilen unterscheidet.

In den Polargegenden würde freilich, auch bei vorausgesetzter tropischer Wärme, die lange Winternacht das Gedeihen einer so üppigen Pflanzenwelt erschwert haben, wie sie zur Bildung von Steinkohlenflötzen erforderlich gewesen zu sein scheint. Dagegen vermuthet E. Robert, dass wenigstens die Fucusvegetation von dieser langen Finsterniss nicht viel zu leiden hatte, und dass daher die Tange bedeutendes Material zu den Kohlenflötzen Spitzbergens geliefert haben dürften; die colossalen Calamiten, Sigillarien, und andere grosse einjährige Pflanzen schossen alljährlich im Sommer in die Höhe, und starben im Winter ab; ihre Reste vereinigten sich mit denen einer üppigen Fucusvegetation, und so entstand das Material der dortigen Anthracitflötze. Noch jetzt wuchert an den Küsten Spitzbergens eine so üppige Fucusvegetation, dass sich die Boote oft kaum hindurcharbeiten können; dasselbe mag damals in weit stärkerem Maasse der Fall gewesen sein. *Bull. de la soc. géol. t.* 13, *p.* 24. Auch hat Boué den Gedanken ausgesprochen, dass wohl die Nordlichter zu jener Zeit so häufig, so stark und ausdauernd gewesen sein mögen, um auch während des Winters das nöthige Licht für die Pflanzenwelt

zu liefern. *Bull. de la soc. géol. 2. série, VII, p.* 262, und Sitzungsber. der kais. Ak. in Wien, B. 12, S. 532.

Wenn auch die lange Nacht der Polarländer einige Schwierigkeiten verursacht, so scheinen dennoch die grosse Ueppigkeit und die allgemeine Aehnlichkeit der carbonischen Flora ihre einfachste Erklärung in der Annahme zu finden, dass die innere Wärme des Planeten damals noch weit intensiver bis an seine Oberfläche heraufgewirkt, und eine Hauptrolle in den klimatischen Verhältnissen gespielt habe.

Diejenigen Hypothesen, welche eine Veränderung in der Lage der Erdaxe und also eine Verschiedenheit in der Lage des ehemaligen Aequators*), welche eine Entbindung von Wärmestoff aus den sich allmälig niederschlagenden Gebirgsschichten, oder welche eine ehemalige weit grössere Intensität der Sonnenstrahlen als Ursache der gleichförmigen Vegetation der Steinkohlenperiode voraussetzen, dürften wohl gegenwärtig nur noch wenige Anhänger finden. Ganz unzulässig ist aber die von Jüssieu, Pallas u. A. aufgestellte Ansicht, dass die in den Steinkohlenterritorien der gemässigten und kalten Zonen vorkommenden Pflanzen aus der tropischen Zone, als ihrer eigentlichen Heimath, nach jenen Gegenden durch Fluthen hingeschwemmt worden seien.

§. 360 a. *Uebersicht der wichtigsten Pflanzen der Steinkohlenformation.*

I. Flora der älteren Kohlenformation.

Göppert unterscheidet im Gebiete der älteren Formation die Flora des Kohlenkalksteins und der ihn begleitenden Schichten, die Flora des Culms, und endlich die Flora der jüngsten Grauwacke oder des flötzleeren Sandsteins.

Was die Pflanzen des Kohlenkalksteins betrifft, so stammen die meisten der von ihm aufgeführten Formen aus Schlesien, wo sie theils in Kalkstein-Nieren, wie zu Falkenberg, theils in den schieferigen Gesteinen vorkommen, welche den Kalkstein begleiten, wie zu Hausdorf, Steinkunzendorf und Rothwaltersdorf, an welchem letzteren Orte sich die Farne oft noch biegsam und nur gebräunt, die Araucarien-Stämmchen in einem braunkohlenartigen Zustande zwischen den Ueberresten mariner Conchylien vorfinden. Diese Flora des schlesischen Kohlenkalksteins ist noch ähnlich jener der devonischen Formation, und hat bis jetzt folgende Species erkennen lassen:

1. Calamariae.
Calamites transitionis Göpp. > +*
. . . . . *obliquus* Göpp.
Asterophyllites elegans Göpp.
2. Filices.
Neuropteris Loshii Sternb. <
Cyclopteris dissecta Göpp. >
Cyclopteris Bockschii Göpp.
. . . . . . *polymorpha* Göpp.
. . . . . . *frondosa* Göpp.
. . . . . . *inaequilatera* Göpp.
Sphenopteris lanceolata Göpp. <
. . . . . . *crithmifolia* Lindl. <
. . . . . . *refracta* Göpp.

*) Eine Hypothese, auf welche wohl auch die von Gilpin angenommene, sogenannte organische Zone hinausläuft, welche ehemals aus dem nordöstlichen Europa in südwestlicher Richtung die Erde umkreist haben soll. *Institut*, 1844, Nr. 574, p. 410.

Sphenopteris confertifolia Göpp.
. . . . *elegans* Brong.*<
. . . . . *Höninghausii* Brong. <
. . . . *Gravenhorstii* Brong. <
Hymenophyllites stipulatus Göpp.
. . . . *Schimperi* Göpp.
. . . . *dissectus* Göpp.<
. . . . *furcatus* Göpp.<
Gyropteris sinuosa Göpp.
Trichomanites bifidus Göpp.*
Asplenites elegans Ettingsh.<
Zygopteris tubicaulis Göpp.

3. Selagines.

Stigmaria ficoides Sternb. †*<
. . . *anabathra* Corda.

4. Lepidodendreae.

Lepidodendron squamosum Göpp.
Sagenaria Veltheimiana Presl >†*
. . . . . *acuminata* Göpp. >
. . . . . *Bloedei* Fisch.†
Lycopodites pennaeformis Göpp.
Cardiocarpus punctulatus Göpp.

5. Cycadeaceae.

Nöggerathia obliqua Göpp.
. . . . . . *dichotoma* Göpp.
Rhabdocarpus conchaeformis Göpp.*

6. Coniferae.

Protopitys Buchiana Göpp.
Araucarites Beinertianus Göpp.
. . . . . . *carbonarius* Göpp.*<

Von diesen Pflanzen finden sich schon in der devonischen Formation die mit >, im Culm oder Posidonomyaschiefer die mit †, in der jüngsten Grauwacke die mit *, und noch in der jüngern Kohlenformation die mit < bezeichneten Species. Göppert führt noch ausserdem 3 Species aus dem Schottischen Kohlenkalksteine (darunter *Trichomanites bifidus*) und 10 Species aus dem Kohlenkalksteine Russlands auf, unter denen sich auch *Stigmaria ficoides* und *Sagenaria Bloedei* befinden.

Die wichtigsten Pflanzen des Culms sind bereits oben, S. 546 genannt worden; seine Flora scheint nach Göppert nicht selbständig zu sein, sondern fast ganz in jener der jüngsten Grauwacke aufzugehen. Aus dieser letzteren aber werden von ihm die folgenden Species aufgeführt:

1. Calamariae.

Calamites transitionis Göpp.
. . . . *cannaeformis* Schl.<
. . . . *Roemeri* Göpp.
. . . . *dilatatus* Göpp.
. . . . *tenuissimus* Göpp.
. . . *obliquus* Göpp.
. . . . *variolatus* Göpp.
. . . . *Voltzii* Brong.
. . . . *approximatus* Brong.<
Bornia scrobiculata Sternb.
Stigmatocanna Volkmanniana Göpp.
Anarthrocanna approximata Göpp.
. . . . *tuberculosa* Göpp.
. . . . *deliquescens* Göpp.
Asterophyllites Hausmannianus Göpp.

2. Filices.

Sphenopteris Beyrichiana Göpp.
. . . . . . *anthriscifolia* Göpp.
Sphenopteris imbricata Göpp.
. . . . . . *distans* Sternb.
. . . . . . *obtusiloba* Göpp.<
. . . . . . *elegans* Sternb.<
Hymenophyllites Gersdorfii Göpp.
. . . . *dissectus* Göpp.
. . . . *quercifolius* Göpp.<
Neuropteris Loshii Brong.<
Cyclopteris flabellata Brong.
. . . . . . *tenuifolia* Göpp.
Cyatheites asper Göpp.<
Pecopteris stricta Göpp.
Schizopteris lactuca Presl <
Trichomanites bifidus Göpp.

3. Selagines.

Stigmaria ficoides, versch. Var.
Lepidodendron tetragonum Sternb.
Sagenaria Veltheimiana Presl
. . . . . *aculeata* Presl<

Sagenaria rugosa Presl <
. . . . . . *remota* Göpp.
. . . . . . *concatenata* Göpp.
. . . . . . *attenuata* Göpp.
. . . . . . *transversa* Göpp.
. . . . . . *Bischofii* Göpp.
. . . . . . *cyclostigma* Göpp.
Knorria imbricata, versch. Var. *)
Halonia tetrasticha Göpp.
. . . . *tuberculata* Brong.
Ancistrophyllum stigmariaeforme Göpp.
Dechenia euphorbioides Göpp.
Didymophyllum Schottini Göpp.
Megaphytum Kuhianum Göpp.
. . . . *remotissimum* Göpp.
Megaphytum dubium Göpp.
. . . . *Hollebeni* Ung.
. . . . *simplex* Göpp.
Sigillaria minutissima Göpp.
. . . . . *undulata* Göpp.

4. Cycadeaceae.

Nöggerathia aequalis Göpp.
. . . . . . *distans* Göpp.
. . . . . . *ovata* Göpp.
. . . . . . *Rueckeriana* Göpp.
. . . . . . *abscissa* Göpp.
Rhabdocarpus chonchaeformis Göpp.

5. Coniferae.

Araucarites Tchicatcheffianus Göpp.
. . . . . . *carbonarius* Göpp.

Diejenigen Species, hinter deren Namen das Zeichen < steht, finden sich auch in der jüngeren Kohlenformation; übrigens kommen nach Geinitz in dem Hainichen-Ebersdorfer Bassin noch einige Formen vor, welche in vorstehendem Verzeichniss fehlen. Als besonders charakteristische Formen der gesammten älteren Kohlenformation sind nach Göppert *Sagenaria Veltheimiana* und die zu ihr gehörige *Knorria imbricata, Calamites transitionis* und *Cal. Roemeri* zu betrachten.

II. Flora der jüngeren Kohlenformation.

Da die jüngere Kohlenformation die meisten und besten Kohlenflötze beherbergt, so ist sie auch in allen Gegenden ihres Vorkommens durch den Bergbau weit mehr aufgeschlossen worden, als die theils kohlenleere, theils kohlenarme ältere Formation. Dabei hat man denn auch ihre Flora weit genauer kennen gelernt; weshalb auch die meisten in den paläontologischen und geognostischen Lehrbüchern aufgeführten carbonischen Pflanzen dieser jüngeren Formation angehören. Von den 800 Formen, welche überhaupt als besondere Species benannt worden sind, kommen einige schon in der älteren Kohlenformation vor, während andere noch in die permische Formation übergehen; dennoch bleibt die Zahl der eigenthümlichen und charakteristischen Species sehr bedeutend.

Wir beschliessen unsere Betrachtung der carbonischen Flora mit einer Aufzählung der wichtigsten, d. h. der am häufigsten vorkommenden und am weitesten verbreiteten Pflanzenformen der jüngeren Kohlenformation, wobei wir die von Unger, in seinem Werke *Genera et species plantarum fossilium* befolgte Ordnung zu Grunde legen**).

---

*) Die Gattung *Knorria* ist nach Göppert aufzugeben, und fällt meist mit *Sagenaria Veltheimiana* zusammen.

**) Wegen der praktischen Wichtigkeit dieser Flora ist bei jeder Species auf eine Abbildung derselben verwiesen worden. Dabei bedeutet: Brongniart, dessen *Histoire des végétaux fossiles;* Sternberg, dessen Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt; Schlotheim, dessen Flora der Vorwelt; Germar, dessen Petrefacta stratorum lithanthracum Wettini; Lindley, dessen *Fossil flora of Great-Britain*; Göt-

1. Calamariae.

a. Calamiteae.

Calamites decoratus Brong., Brongniart, t. 14, fig. 1—5.
. . . . . *Suckowii* Brong., Brongniart, t. 15, fig. 1—6.
. . . . *undulatus* Sternb., Brongniart, t. 17, fig. 1—4.
. . . . *ramosus* Artis, Brongniart, t. 17, fig. 5 und 6.
. . . . *cruciatus* Sternb., Sternberg I, t. 49, fig. 5.
. . . . . *Cistii* Brong., Brongniart, t. 20.
. . . . *dubius* Artis, Brongniart, t. 18, fig. 1 und 3.
. . . . *cannaeformis* Brong., Brongniart, t. 21, fig. 4.
. . . . *pachyderma* Brong., Brongniart, t. 22.
. . . . *varians* Sternb., Sternberg II, t. 12.
. . . . . *nodosus* Schloth., Brongniart, t. 23, fig. 2—4.
. . . . . *approximatus* Brong., Brongniart, t. 26 und t. 15, fig. 7 u. 8.
. . . . *Steinhaueri* Brong., Brongniart, t. 18, fig. 4.
Calamites remotus Schloth.*)

b. Equisetaceae.

Equisetites infundibuliformis Sternb., Brongniart, t. 12, fig. 14—16.

c. Asterophyllitae.

Volkmannia arborescens Sternb., Sternberg II, t. 14, fig. 1.
Asterophyllites equisetiformis Brong., Schlotheim t. 1, fig. 1 und t. 2, fig. 3.
. . . . *rigida* Brong., Sternberg I. t. 19, fig. 1.
. . . . *dubia* Brong., Sternberg I, t. 49, fig. 1.
. . . . *longifolia* Brong., Sternberg I, t. 58, fig. 1.
. . . . . . *tenuifolia* Brong., Sternberg I, t. 19, fig. 2.
. . . . *tuberculata* Brong., Sternberg I, t. 45, fig. 2.
. . . . *gigantea* Göpp., Lindley II, t. 114.
. . . . . . *Lindleyiana* Göpp. = *Hippurites longifolia* Lindl.
Annularia fertilis Sternb., Sternberg I, t. 51, fig. 2.
. . . *longifolia* Brong., Schlotheim, t. 1, fig. 4.
. . . . *sphenophylloides* Ung., Jahrb. für Min. 1833, t. 5, fig. 6—9.
Sphenophyllum Schlotheimii Brong., Schlotheim, t. 2, fig. 24.
. . . . *emarginatum* Brong., Brongniart Classification des végétaux fossiles, t. 2, fig. 8.
. . . . *fimbriatum* Brong., Sternberg I, t. 50, fig. 4.
. . . . *longifolium* Ung., Germar, t. 7, fig. 2.
. . . . *oblongifolium* Ung., Germar, t. 7, fig. 3.

2. Filices.

a. Neuropterideae.

Neuropteris smilacifolia Sternb., Brongniart, t. 63, fig. 4.
. . . . . *cordata* Brong., Brongniart, t. 64, fig. 5.

[illegible]r, dessen Abdrücke und Versteinerungen des Zwickauer Steinkohlengebirges; Göppert, dessen *Systema filicum fossilium*.

*) Diese Calamiten-Species, deren noch weit mehre aufgeführt werden, dürften nach den schönen Untersuchungen von Constantin v. Ettingshausen eine bedeutende Reduction erfahren. Vergl. dessen Beiträge zur Flora der Vorwelt a. a. O. S. 78, wo unter dem Namen *Calamites communis* eine Menge Species zusammengefasst werden.

Neuropteris angustifolia Brong., Brongniart, t. 64, fig. 8.
. . . . . . *acutifolia* Brong., Brongniart, t. 64, fig. 6 und 7.
. . . . . . *flexuosa* Sternb., Brongniart, t. 65, fig. 2 und 3.
. . . . . . *gigantea* Sternb., Brongniart, t. 69.
. . . . . . *Loshii* Brong., Brongniart, t. 73.
. . . . . . *tenuifolia* Sternb., Brongniart, t. 72, fig. 3.
. . . . . . *heterophylla* Sternb., Brongniart, t. 71.
Odontopteris Brardii Brong., Brongniart, t. 75 und 76.
. . . . . . *minor* Brong., Brongniart, t. 77.
. . . . . . *Schlotheimii* Brong., Brongniart, t. 78, fig. 5.
. . . . . . *Lindleyana* Sternb., Lindley I, t. 40.
. . . . . . *Reichiana* Gutb., Gutbier, t. 9, fig. 1—3, t. 10, fig. 13.
Cyclopteris orbicularis Brong., Brongniart, t. 61, fig. 1 und 2.
. . . . . *trichomanoides* Brong., Brongniart, t. 61. fig. 4.
. . . . . *obliqua* Brong., Brongniart, t. 61, fig. 3.
. . . . . *auriculata* Sternb., Brongniart, t. 66.
. . . . . *Villiersii* Sternb., Brongniart, t. 64, fig. 1.
Schizopteris lactuca Sternb., Germar, t. 18 und 19.
. . . . . . *flabellata* Sternb., Gutbier, t. 1, fig. 1, 2 und 4.
Dictyopteris Brongniarti Gutb., Gutbier, t. 11, fig, 7, 9 und 10.

b. Sphenopterideae.

Sphenopteris acutiloba Sternb., Sternberg, t. 20, fig. 6.
. . . . *elegans* Brong., Brongniart, t. 53, fig. 1 und 2.
. . . . *tridactylites* Brong., Brongniart, t. 50.
. . . . *Hoeninghausii* Brong., Brongniart, t. 52.
. . . . *trifoliata* Brong., Brongniart, t. 53, fig. 3.
. . . . *obtusiloba* Brong., Brongniart, t. 53, fig. 2.
. . . . *Schlotheimii* Sternb., Brongniart, t. 50.
. . . . *latifolia* Brong., Brongniart, t. 57, fig. 1—6.
. . . . *acuta* Brong., Brongniart, t. 57, fig. 5.
. . . . *macilenta* Lindl., Lindley II, t. 151.
. . . . *bifurcata* Göpp., Sternberg I, t. 59, fig. 2.
Hymenophyllites furcatus Göpp., Brongniart, t. 49, fig. 4.
. . . . *dissectus* Göpp., Brongniart, t. 79, fig. 2 und 3.
. . . . *Gutbierianus* Ung., Gutbier, t. 1, fig. 3, 6, 7, 8, 13.

c. Pecopterideae.

Diplazites longifolius Göpp., Brongniart, t. 83, fig. 2.
Alethopteris lonchitidis Sternb., Brongniart, t. 84, fig. 2—4.
. . . . . . *Sternbergii* Göpp., Brongniart, t. 84, fig. 5—7.
. . . . . . *Davreuxii* Göpp., Brongniart, t. 88, und t. 96, fig. 1—4.
. . . . . . *Mantellii* Göpp., Brongniart, t. 83, fig. 3 und 4.
. . . . . . *aquilina* Göpp., Brongniart, t. 90.
. . . . . . *Grandini* Göpp., Brongniart, t. 91, fig. 1—4.
. . . . . . *urophylla* Göpp., Brongniart, t. 86.
. . . . . . *Serlii* Göpp., Brongniart, t. 85.
. . . . . . *Sauveurii* Göpp., Brongniart, t. 95, fig. 5.
. . . . . . *nervosa* Göpp., Brongniart, t. 94.
. . . . . . *muricata* Göpp., Brongniart, t. 97.
. . . . . *ovata* Göpp., Brongniart, t. 107, fig. 4.
. . . . . . *Cistii* Göpp., Brongniart, t. 106, fig. 1 und 2.
. . . . . . *Defrancii* Göpp., Brongniart, t. 111.

Cyatheites Schlotheimii Göpp., Brongniart, t. 101.
. . . . *arborescens* Göpp., Brongniart, t. 103, fig. 1 u. t. 112, fig. 2.
. . . . *lepidorhachis* Göpp., Brongniart, t. 103, fig. 1—5.
. . . . *oreopterides* Göpp., Brongniart, t. 104, fig. 2 und t. 105, fig. 1—3.
. . . . *Miltoni* Göpp., Brongniart, t. 114.
. . . . *dentatus* Göpp., Brongniart, t. 124.
Hemitelites giganteus Göpp., Brongniart, t. 92 und 93, fig. 1—2.
. . . . *Trevirani* Göpp., Göppert, t. 38, fig. 3—4.
Polypodites elegans Göpp., Göppert, t. 15, fig. 10.
Pecopteris Pluckenetii Sternb., Brongniart, t. 107, fig. 1—3.
. . . . *arguta* Sternb., Schlotheim, t. 9, fig. 16.
. . . *caudata* Lindl., Lindley II, t. 138.
. . . . . *silesiaca* Göpp., Göppert, t. 27, und t. 39, fig. 1.
. . . . *abbreviata* Brong., Brongniart, t. 115, fig. 1—4.
. . . . *plumosa* Brong., Brongniart, t. 121 und 122.
. . . . *delicatula* Brong., Brongniart, t. 116
. . . *aspera* Brong., Brongniart, t. 120.
. . . . . *unita* Brong., Brongniart, t. 116, fig. 1—5.
. . . . . *aequalis* Brong., Brongniart, t. 118, fig. 1 und 2.
. . . . *pennaeformis* Brong., Brongniart, t. 118, fig. 3 und 4.

Filices dubiae.

Aphlebia patens Germ., Germar I, t. 3.
. . . *irregularis* Germ., Germar, t. 24.

d. Protopterideae.

Protopteris Sternbergii Corda., Brongniart, t. 141, fig. 1.
Stemmatopteris peltigera Corda., Brongniart, t. 138.
Ptychopteris macrodiscus Corda., Brongniart, t. 139.

e. Gleicheniaceae.

Asterocarpus Sternbergii Göpp., Göppert, t. 6, fig. 1—4.
. . . . . *truncatus* Ung., Germar, t. 17.
Gleichenites artemisiaefolius Göpp., Brongniart, t. 46 und 47.
Partschia Brongniartii Sternb., Brongniart, t. 108, fig. 2.

f. Marattiaceae.

Psaronius Freieslebeni Corda., Gutbier über einen fossilen Farnstamm. 1842.

3. Selagines.

a. Stigmarieae.*)

Stigmaria ficoides Sternb., Sternberg II, t. 15, fig. 4 u. 5, und I, t. 12, fig. 1—3.
. . . . *anabathra* Corda., Göppert, t. 23, fig. 7.

b. Sigillarieae.

Sigillaria spinulosa Germ., Germar, t. 25.
. . . . . *Brardii* Brong., Brongniart, t. 158, fig. 4.
. . . . . *tessellata* Brong., Brongniart, t. 157, fig. 1, und t. 162, fig. 1—4.
. . . . *alternans* Lindl., Sternb., t. 58, fig. 2.
. . . . *elegans* Brong., Brongniart, t. 146, 1, t. 155 und t. 158, 1.
. . . . . *alveolaris* Brong., Brongniart, t. 162, fig. 5.

*) Göppert hat sich jetzt gleichfalls für die Ansicht erklärt, dass die Stigmarien nur Wurzeln von Sigillarien waren.

Sigillaria Knorrii **Brong.**, Brongniart, t. 156, 2 und 3, t. 162, 6.
. . . . . *notata* **Brong.**, Brongniart, t. 153. fig. 1.
. . . . . *mamillaris* **Brong.**, Brongniart, t. 149, 1 und t. 163, 1.
. . . . . *scutellata* **Brong.**, Brongniart, t. 150, 2 und 3, t. 163, 3.
. . . . . *Saulii* **Brong.**, Brongniart, t. 151.
. . . . . *oculata* **Brong.**, Schlotheim, Petrefactenkunde, t. 17, fig. 1.
. . . . . *Cortei* **Brong.**, Brongniart, t. 147, fig. 3 und 4.
. . . . . *reniformis* **Brong.**, Brongniart, t. 142.
. . . . . *laevigata* **Brong.**, Brongniart, t. 143.
Syringodendron pachyderma **Brong.**, Brongniart, t. 166. fig. 1.
. . . . *cyclostigma* **Brong.**, Brongniart, t. 166, fig. 2 und 3.
. . . . . . *pes capreoli* **Sternb.**, Sternberg I, t. 13, fig. 2.

b. Diploxyleae.

Diploxylon elegans **Corda.**, Corda, Beiträge zur Flora der Vorwelt, t. 10 und 11.

c. Lepidodendreae.

Lepidodendron aculeatum **Sternb.**, Sternberg I, t. 6, fig. 2, und t. 8, fig. 1 B.
. . . . *rugosum* **Brong.**, Sternberg II, t. 68, fig. 4.
. . . . *crenatum* **Sternb.**, Sternberg I, t. 8, fig. 2 B.
. . . . *obovatum* **Sternb.**, Sternberg I, t. 6, fig. 1 und t. 8, 1 A.
. . . . *Rhodeanum* **Sternb.**, Rhode, Beiträge zur Pflanzenkunde, t. 1, fig. 1A.
. . . . *crenatum* **Göpp.**, Göppert, Syst. fil. foss. t. 42, fig. 4—6.
. . . . *Volkmannianum* **Sternb.**, Sternberg II, t. 68, 8.
. . . . *rimosum* **Sternb.**, Sternberg I, t. 10, fig. 1 und II, t. 68, fig. 15.
. . . . *undulatum* **Sternb.**, Sternberg I, t. 10, 2 u. II, t. 68, 13.
. . . . *confluens* **Sternb.**, Schlotheim, Nachträge, t. 15, fig. 2.
. . . . *imbricatum* **Sternb.**, Schlotheim, Nachträge, t. 15, fig. 6.
Ulodendron majus **Lindl.**, Sternberg II, t. 45, fig. 3.
. . . . . *minus* **Lindl.**, Sternberg II, t. 45, fig. 5.
Lepidophyllum trinerve **Brong.**, Lindley II, t. 152.
Lepidostrobus ornatus **Brong.**, Lindley III, t. 163, und I, t. 26.
Cardiocarpus acutus **Brong.**, Sternberg I, t. 7, fig. 8.

d. Lycopodiaceae.

Lycopodites piniformis **Brong.** = *Walchia pinif.* Schlotheim, Nachträge, t. 23, fig. 1 und 2.
. . . . . *filiciformis* **Brong.** = *Walchia filic.* Schlotheim, t. 24.
. . . . . *Bronnii* **Sternb.**, Sternberg II, t. 26.
Lomatophloyos crassicaule **Corda**, Sternberg II, t. 66, fig. 10—14.
Cordaites borassifolia **Ung.**, Sternberg I, t. 18.
Lepidophloyos laricinum **Sternb.**, Sternberg I, t. 11, fig. 2—4.

4. Zamieae.

a. Cycadeaceae.

Trigonocarpus Nöggerathii **Brong.**, Lindley, t. 193, B, 1—4, t. 222, 2 und 4.
. . . . *Dawesii* **Lindl.**, Lindley III, t. 221.
Rhabdocarpus Bockschianus **Göpp.**, Berger, de fructibus ex formatione lithanthr. t. 1, fig. 15, 16, 18.
Noeggerathia foliosa **Sternb.**, Sternberg, I, t. 20.
. . . . . . *flabellata* **Lindl.**, Lindley I, t. 28 und 29.

5. Glumaceae.

Cyperites bicarinatus **Lindl.**, Lindley I, t. 43, 1—2.

6. Palmae.

Flabellaria principalis Germ., Germar, t. 24.
Palaeospathe Sternbergii Ung., Sternberg I, t. 41.
Fasciculites carbonigenus Ung., Corda, Beiträge, t. 19, fig. 1a u. 2, und t. 20, fig. 1—8.

7. Coniferae.

Pinites anthracinus Endl., Lindley, t. 164.
Peuadendron antiquum Ung., Whitam, the internal structure of fossil vegetables.
Dadoxylon Brandlingi Endl., Germar, t. 21, 22.
. . . . . *Whitami* Endl., Lindley, t. 2, und Whitam a. a. O.
Araucarites Cordai Ung., Corda, Verhandl. d. Ges. des vaterl. Mus. 1842, t. 1, fig. 1—3.
. . . . . . *carbonarius* Göpp.

8. Plantae incertae sedis.

Hierher gehören fast alle Karpolithen*), die *Pinnularia capillacea* Lindl. und einige andere Formen.

§. 361. *Allgemeine Betrachtung der thierischen Ueberreste.*

Die thierischen Ueberreste der Steinkohlenformation stammen zwar grösstentheils von marinen Organismen, und sind als solche besonders auf den Kohlenkalkstein und dessen Zwischenschichten, überhaupt auf die ältere Kohlenformation beschränkt; desungeachtet aber kommen in vielen limnischen, sowie höher aufwärts in den jüngeren Schichten der paralischen Kohlenterrains auch solche Fossilien vor, welche nur auf Süsswasserthiere oder auf Landthiere bezogen werden können. Ueberhaupt aber lassen sich bei einem allgemeinen Ueberblicke etwa folgende Momente hervorheben.

1) Foraminiferen. Aus dieser interessanten Classe des Thierreiches ist besonders *Fusulina cylindrica* zu erwähnen, welche im Kohlenkalksteine Russlands, Nordamerikas und Spaniens bekannt, und oft in ganz ausserordentlicher Menge angehäuft ist.

2) Polypen. Von ihnen erscheinen die Anthozoën in grosser Anzahl; so namentlich aus der Abtheilung der *Zoantharia tabulata* die Gattungen *Calamopora*, *Chaetetes*, *Michelinia* und *Syringopora*, wogegen die in den älteren Formationen so häufige Gattung *Heliolites* vermisst wird. Aus der Abtheilung der *Zoantharia rugosa* aber spielen die Gattungen *Cyathophyllum*, *Amplexus*, *Zaphrentis*, *Lithostrotion* und *Cyathaxonia* eine besonders wichtige Rolle.

3) Echinodermen. Während von Echiniden fast nur einige Perischoechiniden bekannt sind, so spielen die Krinoiden eine äusserst wichtige Rolle; namentlich ist es das Genus *Pentatrematites*, dessen meiste Species nach F. Römer zumal *P. florealis* und *piriformis*) in Nordamerika den Kohlenkalkstein charakterisiren; dasselbe gilt noch allgemeiner von dem Geschlechte

---

*) Ueber die Karpolithen der Steinkohlenformation gab Fiedler eine besondere Abhandlung unter dem Titel: die fossilen Früchte der Steinkohlenformation, Breslau und Bonn, 1857.

Poteriocrinus und von den meisten Species der Geschlechter *Platycrinus*, *Cyati*-*crinus* und *Actinocrinus*, wie denn überhaupt die paläozoischen Krinoiden der Steinkohlenformation das Maximum ihrer Entwickelung erlangt haben, d-her auch die Krinoidenkalksteine zu den sehr gewöhnlichen Erscheinung-gehören.

4) Mollusken. Aus dieser zahlreichen Classe sind zuvörderst die Bry-zoën zu erwähnen, welche in grösserer Anzahl vorkommen, als diess bish- der Fall war, und besonders durch die Gattungen *Fenestella*, *Hemitrypa*, *Gla*-*conome*, *Ptylopora*, *Polypora* u. a. vertreten werden. Von *Fenestella* wird d- durch ihre schraubenförmige Gestalt ausgezeichnete Species *F. Archimedis* de-halb interessant, weil sie in gewissen Etagen des Kohlenkalksteins Nordame-kas sehr verbreitet ist.

Unter den Brachiopoden erlangen die beiden Gattungen *Productus* u- *Spirifer* eine ganz ausserordentliche Wichtigkeit, weil solche hier reichhaltig entwickelt sind, als in irgend einer anderen Formation.

Das Genus *Productus* tritt innerhalb des Kohlenkalksteins in einer solch- Menge der Species und Individuen auf, dass es als eine seiner vorzüglich chara-teristischen Erscheinungen bezeichnet werden muss; von 62 Species, welche d- Koninck in seiner Monographie aufführt, gehören nicht weniger als 47 der Stei-kohlenformation an, zu deren Erkennung sie daher nicht nur in vielen Gegend- Europas und Nordamerikas, sondern auch am Ural und Altai, auf der Bäreninse und in Spitzbergen, in Bolivia und in Neuholland geführt haben. Das Gen- *Spirifer* erlangt gleichfalls das Maximum seiner Entwickelung in der Kohlenforma-tion, welche allein eben so viele Species aufzuweisen hat, als die silurische u- die devonische Formation zusammen. Fast eben so verhält es sich mit dem Ge-schlechte *Chonetes*. Die der *Strophomena depressa* sehr ähnliche *St. analoga* ex-stirte noch in der carbonischen Periode, während welcher auch mehre Speci- von *Rhynchonella* und *Terebratula* lebten, wogegen die Gattung *Orthis* bedeuten- zurücktrat.

Unter den Acephalen sind *Posidonomya Becheri* und *P. vetusta* in man-chen Gegenden, wie z. B. in Devonshire und Irland, in den Rheinlanden un- am Harze von Wichtigkeit; *Avicula* und *Pecten* werden häufiger als in den vor-ausgehenden Formationen, wogegen *Pterinea* im Abnehmen begriffen ist. Auc- treten mehre Species von *Sanguinolaria*, *Conocardium*, *Nucula* und *Arca* her-vor, während ausserdem noch Süsswassermuscheln und namentlich gewiss- Species von *Unio*, *Cyrena*, *Anodonta* deshalb eine ganz vorzügliche Wichtigkei- erlangen, weil deren Ueberreste in den Schieferthonen der jüngeren Koh-lenterritorien oftmals in sehr grosser Menge angehäuft sind.

Diese Eigenthümlichkeit der im Schieferthone enthaltenen Formen heb- auch de-Koninck in seinem bekannten Werke über die Fossilien der Belgisch- Kohlenformation hervor. Die daselbst im Schieferthone vorkommenden 25 Speci- erweisen sich alle verschieden von denen des Kohlenkalksteins, weshalb di- kalkigen und die thonigen Schichten zu unterscheiden sind.

Aus der Abtheilung der Gastropoden ragen *Euomphalus*, *Pleurotomari*- und *Chemnitzia* als vorzüglich wichtige Geschlechter hervor; von Pteropo-den erscheinen nur noch ein paar Conularien, wogegen die Heteropoden

durch eine grosse Anzahl von Species aus dem Geschlechte *Bellerophon* vertreten werden, welches im Kohlenkalksteine, zugleich mit seiner grössten Entwickelung, auch sein Ende erreicht hat.

Die Abtheilung der Cephalopoden endlich wird besonders wichtig durch die grosse Anzahl der Species von *Nautilus*, durch mehre Orthoceren und durch Goniatiten, für welche letztere der getheilte Dorsal-Lobus sehr unterscheidend von den devonischen Goniatiten ist.

5) Anneliden. Geinitz beschrieb einen Wurm aus der älteren Kohlenformation Sachsens als *Gordius carbonarius;* ähnliche Formen aus dem Millstonegrit Irlands führte Harkness unter dem Namen *Nereites carbonarius* auf, während Wood und Hancock dergleichen wurmähnliche Gestalten aus dem Schieferthone in Yorkshire für Laufspuren von Trilobiten halten.

6) Crustaceen. Die in den Uebergangsformationen so zahlreichen Trilobiten sind in der Steinkohlenformation auf wenige Formen reducirt, welche grösstentheils der Gattung *Phillipsia* angehören; bei Coalbrookdale fand sich [illegible]*nulus rotundatus,* bei Saarbrücken und im Murgthale *Gampsonychus fimbriatus;* auch kommen einige Cypridinen und Cytherinen, sowie mehre Arten von *Cypris* vor.

7) Insecten und Arachnoiden. Im Schieferthone des Kohlengebirges von Wettin hat Germar die Flügel mehrer, mit *Blatta* verwandter und daher unter dem Namen *Blattina* eingeführter Formen nachgewiesen; Goldenberg beschrieb mehre Insecten aus der Saarbrückener Kohlenformation. Früher schon kannte man ein paar scorpionähnliche Thiere von Radnitz in Böhmen, und einige Käfer von Coalbrookdale in England.

8) Fische kommen in den Schichten der Steinkohlenformation nicht so sehr selten vor. Agassiz hatte bereits 152 Species, zumal aus den Gattungen *Megalichthys*, *Amblypterus*, *Acanthodes*, *Ctenodus* und *Palaeoniscus* nachgewiesen. Das Pfälzisch-Saarbrücker, das Englische Kohlengebirge und das Kohlenbassin von Autun in Frankreich sind vorzüglich reich an Fischresten; vollständige Exemplare kommen besonders im Brandschiefer und in den Sphärosideritnieren vor; Zähne, Schuppen und Koprolithen finden sich zerstreut in verschiedenen Gesteinen.

Sowohl die paralischen als die limnischen Territorien der Steinkohlenformation enthalten Fischreste; sie lassen sich aber nach ihnen nicht unterscheiden, da uns wohl keine durchgreifenden Merkmale zur Unterscheidung der marinen und der Süsswasser-Fische zu Gebote stehen, und da bekanntlich marine Fische oft sehr weit in den Flüssen landeinwärts vordringen.

9) Reptilien. Hibbert erwähnte schon 1834, in seinen Mittheilungen über die merkwürdigen Schichten von Burdiehouse, Zähne und Knochen von Reptilien, welche jedoch später grösstentheils für Ueberreste von sauroiden Fischen erkannt worden sind. Im Jahre 1839 machte Phillips auf das Vorkommen von Reptilienknochen im Kohlenkalksteine von Ardwick bei Manchester aufmerksam, und 1844 fand Gergens im Brandschiefer von Münsterappel

Ueberreste eines salamanderähnlichen Thieres, welches v. Meyer *Apateon pe[illegible]stris* nannte. Noch interessanter sind die Ueberreste von Sauriern, wel[illegible] v. Dechen bei Lebach im Saarbrücker Kohlengebirge entdeckte, und Goldf[illegible] unter dem Namen *Archegosaurus Decheni* und *A. minor* einführte*). Auch [illegible] Nordamerika sind mehrorts Knochen von Reptilien aus der Abtheilung der L[illegible]byrinthodonten gefunden worden; dazu gesellt sich ein Batrachier, dess[illegible] Ueberreste bei Linton in Ohio vorgekommen und von Wyman als *Ranic[illegible] Lyellii* beschrieben worden sind.

Endlich sind noch die Ichniten oder Thierfährten zu erwähn[illegible] welche man hier und da auf der Oberfläche von Sandsteinschichten in d[illegible] Steinkohlenformation gefunden hat.

Dahin gehören gewissermassen auch die Ichthyopatolithen, oder die Flosse[illegible]spuren von Fischen, welche Buckland schon früher aus dem Kohlensandsteine v[illegible] Mostyn in Flintshire beschrieb; sie sind krummlinig, und erinnern an die Ei[illegible]drücke, welche der gewöhnliche Seehahn in Sand und Schlamm zu bilden pfle[illegible] Weit merkwürdiger sind jedoch diejenigen Fährten, welche King in der Steinko[illegible]lenformation Pennsylvaniens, bei Greensburg in Westmoreland-County entdeckt[illegible] da sie ihrer Form nach nur auf ziemlich grosse Reptilien zu beziehen sind. Sie e[illegible]scheinen an der Unterfläche von Sandsteinschichten im Relief, indem die Fus[illegible]tapfen ursprünglich in einem, unter dem Sandsteine liegenden Thone eingedrüc[illegible] worden waren, und werden von Leisten durchsetzt (I, 470), welche sich in d[illegible] Spalten desselben Thones gebildet hatten, als der Sand darüber geschwemm[illegible] wurde. Sie haben einige Aehnlichkeit mit den bekannten Cheirotherium-Fährt[illegible] von Hessberg (I, 468), sind z. Th. mit deutlichen Krallen-Eindrücken versehe[illegible] und kommen in grosser Anzahl dergestalt reihenförmig geordnet vor, dass man d[illegible] Schrittlängen und die rechten und die linken Tritte sehr deutlich erkennen kann**[illegible] Später (1849) sind von Lea in noch tieferen Schichten der dortigen Steinkohle[illegible]formation bei Pottsville ähnliche Fährten entdeckt worden, welche man *Saurop[illegible] primaevus* genannt hat. Dawson aber fand in Neuschottland bei Tatmagouche, [illegible] der obersten Abtheilung der dortigen Kohlenformation, auf rothem Sandste[illegible] Fährten von Vögeln und Würmern, zugleich mit Wellenfurchen. *Quart. Journ.* [illegible] *the geol. soc. I, p.* 326. Binney beschrieb aus dem Millstonegrit von Tintwist[illegible] in Cheshire eigenthümliche, einigermaassen an menschliche Fusstapfen erinnernd[illegible] Ichniten, welche höchst wahrscheinlich von einer grossen vorweltlichen Schild[illegible]kröte abstammen. *Ibidem, XII,* 1856, *p.* 350 f.

Um einigermaassen die Anzahl der in der Steinkohlenformation vorkommenden thierischen Ueberreste veranschlagen zu können, dazu mag folgende von Bronn, in seiner paläontologischen Statik vom Jahre 1849 gegebene Uebersicht der im Kohlenkalksteine und in den darüber liegenden kohlenführenden Schichten bekannten Thierspecies dienen, nach welcher sich die Gesammtzahl derselben schon damals auf mehr als 1400 herausstellte.

---

*) Die Gattung *Archegosaurus* ist nach Hermann v. Meyer durch höchst auffallende Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet; vergl. dessen wichtige Abhandlung in *Palaeontographica* VI, S. 61—220.

**) Andere, z. Th. ganz abenteuerlich gestaltete fusstapfenähnliche Vertiefungen de[illegible] dortigen Felsgrundes sind für Kunstproducte der Eingeborenen erkannt worden.

Man kannte von	im Kohlenkalk	im kohlenf. System
Foraminiferen . .	9 Species	— Species
Bryozoen	64 ,,	— ,,
Anthozoen	83 ,,	— ,,
Echinodermen . .	106 ,,	1 ,,
Brachiopoden . . .	199 ,,	4 ,,
Conchiferen . . .	186 ,,	70 ,,
Pteropoden	1 ,,	1 ,,
Heteropoden . . .	35 ,,	7 ,,
Protopoden	3 ,,	1 ,,
Gastropoden . . .	248 ,,	16 ,,
Cephalopoden . .	137 ,,	44 ,,
Anneliden	10 ,,	— ,,
Crustaceen	30 ,,	9 ,,
Arachniden	— ,,	2 ,,
Hexapoden	3 ,,	6 ,,
Fischen	65 ,,	78 ,,
Reptilien	— ,,	2 ,,
in Summa	1180 Species	241 Species

Was das Vorkommen dieser thierischen Ueberreste betrifft, so sind allerdings die meisten derselben, wie bereits erwähnt wurde und vorstehende Tabelle zeigt, an den Kohlenkalkstein gewiesen; doch kommen auch zuweilen im Sandsteine und Schieferthone Krinoiden, Conchylien u. a. marine Fossilien, theils verkalkt, theils in Abdrücken und Steinkernen vor. Der Sphärosiderit beherbergt in seinen Nieren besonders Fische oder Goniatiten, ist aber auch zuweilen mit Unionen oder Cardinien erfüllt, welche ausserdem gewöhnlich im Schieferthone auftreten; die Brandschiefer pflegen zumal reich an Fischresten zu sein; innerhalb der Steinkohle selbst aber kommen thierische Ueberreste nur als Seltenheiten vor.

Im Döhlener Bassin unweit Dresden haben sich Fischzähne und schöne, noch perlmutterglänzende Unionen mitten in der Steinkohle gefunden. Auch bei Newcastle, wo unmittelbar über einem Kohlenflötze eine 18 Zoll starke Schicht von Unionen liegt, stecken die tiefsten derselben oft in der Kohle selbst. Hibbert fand grosse Fischzähne in der Steinkohle von Burdiehouse, und Horner eben dergleichen in der Kannelkohle von Halbeath in Fifeshire.

Dieselbe grosse Uebereinstimmung, welche die Flora der Steinkohlenformation in allen Gegenden ihres Vorkommens zeigt, wiederholt sich auf eine höchst merkwürdige Weise für die Fauna derselben, wobei freilich zunächst nur von ihren paralischen Territorien die Rede sein kann, da die limnischen Territorien überhaupt wenige thierische Ueberreste umschliessen. In ganz Europa bis zum Ural ebenso wie in Nordamerika, auf Spitzbergen ebenso wie in Südamerika und Australien, überall hat die Fauna der carbonischen Periode eine solche allgemeine Aehnlichkeit, und theilweise eine so unzweifelhafte Identität der Formen erkennen lassen, dass man in den thierischen Ueberresten der Steinkohlenformation einen eben so sicheren Leit-

faden zu ihrer Auffindung und Erkennung besitzt, als in den pflanzlich
Ueberresten.

Verneuil hat gezeigt, dass der Kohlenkalkstein Europas und jener Nordame
kas mindestens 31 Species gemeinschaftlich haben, während die übrigen Speci
eine überraschende Analogie zeigen; sogar die kleine *Fusulina cylindrica* find
sich am Ohio, gerade so wie an der Wolga. Alle jene 31 Species, mit Ausnahn
von *Orthis crenistria* und *Strophomena depressa*, gehören der Kohlenformation au
schliesslich an, und mehre derselben sind vom Altai bis zum Missouri, und selb
in Bolivia bekannt; die Uebereinstimmung ist wirklich erstaunlich und verhältnis
mässig weit grösser, als für die silurische und die devonische Formation. Auf d
Bäreninsel und auf Spitzbergen kommen nach L. v. Buch dieselben Species vo
Productus vor, wie in Belgien oder Nordfrankreich. Von 26 Species, welch
Alcide d'Orbigny in Bolivia gesammelt, zeigen 12 die grösste Aehnlichkeit, und
eine absolute Identität mit Species des Europäischen Kohlenkalksteins.

Mac-Coy hat aus dem unter den Steinkohlen Australiens liegenden Schich
tensysteme 83 Thierspecies aus 39 verschiedenen Geschlechtern bestimmt, vo
welchen letzteren 35 auch im Englischen Kohlenkalksteine auftreten; dabei ist ab
auch die specifische Aehnlichkeit so gross, dass diese Schichten als völlig aequi
valent mit dem unteren Theile der Kohlenformation Irlands zu betrachten sind
denn 11 Species sind absolut identisch, und 9 Species so ähnlich mit irische
Formen, dass sie kaum unterschieden werden können. *The Ann. and Mag. o
nat. hist. XX*, 1847, *p.* 308 ff.

§. 362. *Uebersicht der wichtigsten Thierformen.*

In der nachfolgenden Uebersicht sind besonders diejenigen Species aufgeführt, welche auch in Europa eine sehr weite Verbreitung besitzen, und daher grossentheils als wirkliche Leitfossilien der Steinkohlenformation gelten können.

Foraminiferen.

Fusulina cylindrica Fisch.

Polypen.

Alveolites depressa ME.
Chaetetes radians Fisch.
Calamopora fibrosa Goldf.
Lonsdalia floriformis ME.
. . . . . *papillata Fisch.*
Lithostrotion basaltiforme ME.
. . . . *junceum ME.*
. . . . *Martini ME.*
Caryophyllia duplicata Kon.
Zaphrentis Delanouii ME.
Cyathaxonia cornu Mich.
Clysiophyllum Konincki ME.
Michelinia favosa Kon.
Amplexus coralloides Sow.
Syringopora reticulata Goldf.

Krinoiden.

Poteriocrinus crassus Mill.
. . . . *quinquangularis Aust.*
. . . . *conicus Phill.*
Platycrinus laevis Mill.
. . . . . . *granulatus Mill.*
Amphoracrinus Gilbertsoni Kon.
Actinocrinus polydactylus Mill.
. . . . . . *stellaris Kon.*
Pentatrematites ovalis Goldf.
. . . . *florealis Say*
. . . . *piriformis Say*
. . . . *caryophyllatus Kon*

Bryozoën.

…estella retiformis Lonsd.
. . . . Archimedis) Lesueur.*
Retepora ripisteria Goldf.

Brachiopoden.

…uctus plicatilis Sow.
. . . . semireticulatus Flem.
. . . . Cora d'Orb.
. . . striatus M'Coy
. . . sublaevis Kon.
. . . undatus Defr.
. . proboscideus Vern.
. . . latissimus Sow.
. . . giganteus Sow.
. . . longispinus Sow.
. . . Flemingii Sow.
. . . scabriculus Sow.
. . . punctatus Sow.
. . fimbriatus Sow.
. . . aculeatus Sow.
…etes comoides Sow.
. . . papilionacea Phill.
. . . variolata Kon.
…phomena analoga Phill.
…asma crenistria Phill.
. . . . arachnoidea Phill.
…s Michelini Lév.
. resupinata Mart.

Spirifer crispus Linné
. . . . cuspidatus Mart.
. . . . insculptus Phill.
. . . . trigonalis Mart.
. . . . bisulcatus Sow.
. . . . mosquensis Fisch.
. . . . rotundatus Mart.
. . . . glaber Mart.
. . . . striatus Mart.
. . . . lineatus Mart.
. . . . crassus Kon.
. . . . convolutus Phill.
Spirigera planosulcata Phill.
. . . . . Royssii Lév.
Rhynchonella acuminata Mart.
. . . . angulata Linné
. . . . pleurodon Phill.
. . . . pugnus Mart.
. . . . rhomboidea Phill.
. . . . papyracea Röm.
Terebratula hastata Sow.
. . . . . . sacculus Sow.

Conchiferen.

…donomya Becheri Bronn
. . . . vetusta Kon.
…la papyracea Goldf.
. . lepida Goldf.
. nobilis Kon.
. Buchiana Kon.
. . lunulata Kon.
…n subspinulosus Sandb.
. . dissimilis Flem.
…cardia squamifera Kon.
…a flabelliformis Mart.
…linea obtusa Phill.
. . . aviculoides Kon.

Cardiomorpha radiata Kon.
. . . . oblonga Kon.
Venus parallela Phill.
Conocardium aliforme Sow.
. . . . hibernicum Ag.
. . . . rostratum Mart.
Unio carbonarius Bronn
. . . subconstrictus Sow.
. . . phaseolus Kon.
. . . uniformis Goldf.
. . . tellinarius Goldf.
Anodonta, sp. div.
Cyrena, sp. div.

---

* Bis jetzt nur in Nordamerika vorgekommen.

Gastropoden.

Chiton priscus Münst.
Nerita plicistria Kon.
. . . *spirata Sow.*
Murchisonia angulata Phill.
Pleurotomaria insculpta Kon.
. . . . *Yvani Kon.*
. . . . *carinata Sow.*
Chemnitzia constricta Kon.
Loxonema rugiferum Phill.
Litorina biserialis Kon.

Macrocheilus acutum Morr.
Capulus vetustus Kon.
Euomphalus catillus Sow.
. . . . . . *pentangulatus Sow.*
. . . . . . *acutus Flem.*
. . . . . . *Dionysii Goldf.*
. . . . . . *tabulatus Phill.*
. . . . . . *tuberculatus Kon.*
. . . . . . *helicoides Kon.*
. . . . . . *serpula Kon.*

Heteropoden.

Bellerophon decussatus Flem.
. . . . . . *Urei Flem.*
. . . . . . *hiulcus*

Bellerophon costatus Sow.
. . . . . . *tenuifascia Sow.*
Porcellia Puzosi Lév.

Cephalopoden.

Orthoceras giganteum Sow.
. . . . . . *cinctum Sow.*
. . . . . . *striolatum v. Meyer*
. . . . . . *scalare Goldf.*
. . . . . . *laterale Phill.*
. . . . . . *imbricatum Wahlenb.*
Cyrtoceras rugosum Kon.
Gyroceras aigoceras Münst.
Nautilus cyclostomus Phill.
. . . . *cariniferus Sow.*

Nautilus globatus Sow.
. . . . . *tuberculatus Sow.*
. . . . . *sulcatus Sow.*
Goniatites sphaericus Haan
. . . . . *striatus var.* von *sphaer.*
. . . . . *crenistria* desgl.
. . . . . *Listeri Phill.*
. . . . . *mixolobus Phill.*
. . . . . *rotatorius Bronn*
. . . . . *diadema Kon.*

Anneliden.

Serpula Sowerbyana Kon.

Nereites sp.

Crustaceen.

Cythere Phillipsiana Kon.
Cypridina concentrica Kon.
. . . . . *Edwardsiana Kon.*
. . . . . *subglobularis Sandb.*
Cylindraspis latispina Sandb.

Phillipsia gemmulifera Kon.
. . . . . *Derbyensis Kon.*
. . . . . *globiceps Kon.*
. . . . . *pustulata Kon.*
Limulus rotundatus Prestw.

Fische.

Amblypterus macropterus Ag.

Psammodus porosus Ag.

Fünftes Kapitel.

Bildungsweise der Steinkohlenformation überhaupt und der Kohlenflötze insbesondere.

§. 863. *Ausbildung der Steinkohlenformation überhaupt.*

Dass die verschiedenen Territorien der Steinkohlenformation theils an den üsten ehemaliger Inseln und Continente, in Meerbusen und Aestuarien, theils Süsswasserbassins des alten Festlandes gebildet worden sein müssen, dar-ber kann gar kein Zweifel aufkommen; ja, die sehr ausgedehnten para-chen Territorien, wie z. B. jene von Irland, Russland und Nordamerika, nen sich geradezu in flachgründigen oceanischen Bassins, oder in grossen nenmeeren entwickelt zu haben; wenigstens gilt diess unbedingt für ihre ren, aus Kohlenkalkstein bestehenden Etagen. Es waren also nicht nur graphisch, sondern auch physikalisch verschiedene Bildungs-e, innerhalb welcher die verschiedenen Territorien der carbonischen For-ion zur Ausbildung gelangten.

Eben so wenig können wir es bezweifeln, dass die Bildungsperiode r Steinkohlenformation eine sehr lange Dauer gehabt haben müsse, wenn r bedenken, welche Zeit dazu erforderlich war, um nur die Ablagerung je-r mächtigen Schichten von Kalkcarbonat zu ermöglichen, welches den Koh-alkstein lieferte, wenn wir die oft erstaunliche Anzahl von Sandstein-, iefertbon- und Kohlenschichten betrachten, welche über diesem Kalk-ne zum Absatze gelangten, und wenn wir dabei nicht vergessen, wie viele rationen von Korallen, Krinoiden und Mollusken, wie viele Generationen Pflanzen entstehen und vergehen mussten, um jene unzählige Menge von rischen Ueberresten, um jene bedeutenden Massen von Steinkohle zu lie-n, welche in den verschiedenen Etagen der carbonischen Formation nieder-t sind.

Diese lange Dauer der carbonischen Periode einerseits, und jene we-ntliche Verschiedenheit der Bildungsräume anderseits erklären es n auch, warum die verschiedenen Territorien der Steinkohlenformation in r Ausdehnung und Mächtigkeit, in ihrer petrographischen Zusammen-ung und in ihren paläontologischen Charakteren mehr oder weniger auffal-e Verschiedenheiten entfalten. Die allgemeinste dieser Verschiedenheiten ffenbar diejenige, welche wir durch die beiden Prädicate paralisch und nisch auszudrücken versucht haben. Allein sowohl die paralischen als h die limnischen Territorien werden, jede in ihrer Art, noch mancherlei sondere Unterschiede erkennen lassen, welche theils in ihren verschie-nen Bildungszeiten, theils in den verschiedenen geographischen und physi-en Verhältnissen ihrer Bildungsräume begründet waren.

Denn keineswegs sind wir zu der Annahme berechtigt, dass die Bildung der verschiedenen Territorien der Steinkohlenformation überall genau zu derselben Zeit ihren Anfang genommen und ihr Ende erreicht habe; und Niemand wird be-

haupten wollen, dass alle die verschiedenen Bildungsräume, mögen es nun l stenstriche und Meeresgrund, oder Landseen gewesen sein, genau denseli geographischen und physikalischen Bedingungen unterworfen waren.

Während uns also manche Territorien gewissermaassen die ganze ca bonische Periode repräsentiren, indem sie, abwärts in die devonische u aufwärts in die permische Formation übergehend, eine ununterbrochene B dungsfolge während der ganzen Dauer dieser Periode beurkunden, so werd andere Territorien mehr den Anfang oder die erste Hälfte, noch and mehr das Ende oder die zweite Hälfte, und wiederum andere bald diesen ba jenen mittleren Zeitabschnitt jener grossen Periode repräsentiren. Und w sich gegenwärtig eine durch grosse Flussmündungen und Aestuarien unte brochene Küste anders verhält, als ein stetig verlaufender Küstentract; w sich gegenwärtig der, eine Insel umgebende freie Meeresgrund anders verhä als der vom Lande umgebene Grund eines Binnenmeeres oder Meerbusens, werden auch damals ähnliche Verschiedenheiten bestanden und sich gelte gemacht haben. Für die limnischen Bassins insbesondere werden noc ausser den Verschiedenheiten ihrer Grösse, Richtung und Reliefbildung, d Verschiedenheit ihrer absoluten Höhe über dem Meeresspiegel, die verschiede Grösse und Beschaffenheit der zu ihnen gehörigen Flussgebiete, und manche lei andere Verhältnisse zu berücksichtigen sein, um diejenigen Verschiede heiten zu begreifen, welche gerade ihre Territorien, bisweilen sogar bei g ringer gegenseitiger Entfernung, in ihrer Mächtigkeit und petrographisch Zusammensetzung, in ihren Pflanzenresten und Kohlensorten erkennen lassen.

Sehen wir vom Kohlenkalksteine und dem Culmkalksteine ab, welch beide, als kalkige Sedimente des Meeresgrundes, durch ganz eigenthümlich Ursachen gebildet worden sind, so bleiben uns Conglomerate, Sandstein und Schieferthone als die bei weitem vorwaltenden Gesteine der Stein kohlenformation, in ihrer paralischen, wie in ihrer limnischen Ausbildungs weise; also Gesteine, deren Material grösstentheils aus der Zerstörung an derer Gesteine hervorgegangen, und durch Zuschwemmung an seine ge genwärtige Ablagerungsstelle gelangt ist. Daher können es unmöglich blo kleine und niedrige Inseln, sondern es müssen nothwendig grosse, von mäch tigen Flüssen bewässerte Inseln und förmliche Continente gewesen sein, a deren Küsten und in deren bassinförmigen Depressionen jene gewaltigen Sy steme von Sand- und Schlammschichten abgesetzt wurden, welche uns in de Sandstein- und Schieferthonschichten der Steinkohlenformation vorliegen, un deren zuletzt als Marschland hervortretende Oberfläche den Grund und Bod für die üppige Vegetation des ersten Kohlenflötzes lieferte.

Wo z. B. jetzt die Appalachische Gebirgskette das Festland Nordamerikas vo NO. nach SW. durchsetzt, da mag sich während der carbonischen Periode di flache Küste eines nach Osten weit ausgedehnten Landes befunden haben, au welchem grosse Ströme fortwährend Sand und Schlamm in das westlich angrän zende seichte Meer hinausschwemmten, während in demselben Meere weiter aus wärts die Bildung des Kohlenkalksteins vor sich ging. Schlammführungen, wie sie

der Nil, der Mississippi, der Hoangho u. a. Flüsse der Jetztwelt zeigen, mögen in jenen vorweltlichen Flüssen durch Tausende von Jahren im Gange gewesen sein, und das Material jener Sandstein- und Schieferthonschichten geliefert haben, welche über weit ausgedehnten Strecken des Meeresgrundes zum Absatze gelangten. und eine allmälige Erhöhung desselben zur Folge hatten. Wurde dann und wann durch Erhebungen des Binnenlandes oder durch andere Ereignisse die Fallmächtigkeit der Ströme verstärkt, so schwemmten sie gröberes Material hinaus, welches Conglomerate lieferte. Endlich tauchte der fortwährend erhöhte Meeresgrund über den Meeresspiegel als ein weit und breit ausgedehntes **Marschland** heraus, auf dem eine reiche Vegetation zur Entwickelung gelangte, welche, Jahrhunderte hindurch fortwuchernd, die Ausbildung eines vorweltlichen Torfmoores bedingte, womit denn das Material zu einem weit ausgedehnten Steinkohlenflötze gegeben war. — Aehnliche Operationen waren in den Süsswasserbassins der damaligen Festländer in Wirksamkeit; auch sie wurden durch fortwährend eingeschwemmtes Material allmälig so weit ausgefüllt, dass sie endlich in flache Moraststrecken übergingen, auf denen Stigmarien, Calamiten, Sigillarien u. a. carbonische Pflanzen in dichtem Gedränge hervorschossen, und sich allmälig in hundertfachen Generationen zu einer torfmooräbnlichen Ablagerung von Pflanzenmasse anhäuften.

So weit, d. h. bis zur Bildung der **ersten** phytogenen Schicht lässt sich die Entwickelungsgeschichte der Steinkohlenformation ohne besondere Schwierigkeiten verfolgen. Allein die vielfältige **Wiederholung** solcher phytogenen Schichten, die Aufeinanderfolge einer grossen **Menge** von Kohlenflötzen mit ihren mächtigen **Zwischenmitteln** von Sandstein und Schieferthon: das sind allerdings nicht so ganz leicht zu begreifende Erscheinungen; das sind Verhältnisse, deren Erklärung wenigstens für die paralischen Territorien auf eine etwas **andere** Weise zu versuchen sein dürfte, als für die limnischen.

Lindley, Lyell und Andere haben angenommen, dass diejenigen Regionen des Meeresgrundes und der Meeresküsten, in welchen die Bildung der paralischen Steinkohlenformation begonnen hatte, **während** der Dauer der carbonischen Periode einer ganz langsamen und allmäligen **Subsidenz** oder **Senkung** unterworfen waren*), ungefähr so, wie jene Senkungsfelder des grossen Oceans, in deren Gebiete die Bildung der Koralleninseln vor sich geht (I. 260). Setzen wir voraus, dass diese Senkungen mit periodischen Unterbrechungen Statt fanden, so erhalten wir in der That einen Mechanismus, durch welchen die Ausbildung vieler, über einander folgender Kohlenflötze einigermaassen erklärlich wird. Wir würden zu einem ähnlichen Resultate gelangen, wenn wir mit Petzholdt annehmen, dass während der carbonischen Periode durch successive, bald hier bald dort eingetretene Erhebungen des Meeresgrundes eine von Zeit zu Zeit wiederholte **Erhöhung** des Meeresspiegels verursacht worden sei. Petzholdt, Geologie, 1845, S. 445.

Es kommt nämlich in allen Fällen besonders darauf an, dass **nach** der Bildung der **ersten** phytogenen Schicht ein **ganz allmäliges Steigen** des

---

* *The fossil flora of Great Britain, III. p.* 35; und *Proceed. of the geol. soc.* 26. *April,* 1843.

Meeresspiegels eingetreten, und geraume Zeit hindurch im Gange gebliebe sei, um die successive *Ueberschwemmung* jener ersten Pflanzenschicl mit einem Systeme von Schlamm- und Sandschichten, und ein abermalig *Hervortauchen* auch *dieses* Schichtensystems in der Form einer weit au gedehnten Marschfläche zu begreifen, und damit den Grund und Boden für ein *zweite* phytogene Schicht zu gewinnen. Denn wenn *nach* dem Auftauche dieses Marschlandes im Steigen des Meeresspiegels ein längerer Stillstand ein trat, so konnte auf dessen Oberfläche dieselbe Vegetation von Stigmarien, Ca lamiten, Sigillarien u. s. w. und somit eine *zweite* torfmoorähnliche Pflan zenschicht zur Entwickelung gelangen. Nehmen wir nun an, dass sich der gleichen Oscillationen im Stande des Meeresspiegels, dass sich also die ab wechselnden Steigungen und Stillstände desselben im Laufe der Zeiten *viel fältig wiederholt* haben, so begreifen wir, wie endlich ein sehr mächtige Schichtensystem zur Ausbildung gelangen musste, welches sich aus zahl reichen Schichten von Pflanzenmasse, und aus dazwischen eingeschaltete Etagen von sandiger und thoniger Natur zusammengesetzt erweisen wird.

Diese Theorie der abwechselnden Subsidenz und Stabilität des Meeresgrundes oder auch der abwechselnden Steigungen und Stillstände des Meeresspiegels erklärt es auch, warum die zunächst *über* den Kohlenflötzen abgesetzten Schiefer thone eine Menge von eingeschwemmten Pflanzenresten umschliessen, und warum in den paralischen Territorien der Steinkohlenformation zwar sehr *viele*, aber gewöhnlich *nicht* sehr mächtige Kohlenflötze vorkommen.

Auf die *limnischen* Bassins lässt sich jedoch die Theorie der Subsidenzen *nicht* füglich in allgemeine Anwendung bringen, da es kaum denkbar ist, dass diese kleinen, mitten im Festlande gelegenen Bassins eine wiederholte Senkung ihres Grundes erlitten haben sollten. Wenn also auch vielleicht einige *grössere*, von Gebirgsketten umgebene Bassins noch im Sinne jener Theorie zu beurtheilen sind, so dürfte doch für alle *kleineren* Bassins die Wiederholung der Flötze und die Ausbildung ihrer Zwischenmittel nur in *der Weise* zu erklären sein, dass zwischen längeren Perioden der Ruhe und Stabilität Epochen eintraten, in welchen eine plötzliche oder allmälige *Steigerung* der *Fallthätigkeit* der einströmenden Flüsse Statt fand. Mag nun diese gesteigerte Wirksamkeit der Flüsse entweder in Durchbrüchen höher gelegener Seebecken, oder in einer weiteren Emportreibung des inneren Festlandes, oder in irgend anderen Ursachen begründet gewesen sein; jedenfalls wird sie den Erfolg gehabt haben, dass die zunächst gebildete Pflanzenschicht unter neu zugeschwemmten Sand- und Schlammschichten begraben wurde, deren Absatz so lange fortdauerte, bis ein neuer Marschboden gebildet war, auf welchem sich eine neue Vegetation zu entwickeln vermochte. Eine Wiederholung ähnlicher Ereignisse wird auch die Wiederholung eben so vieler Pflanzenschichten zur Folge gehabt haben, welche gegenwärtig als Kohlenflötze erscheinen.

Dass bei *solcher* Ausbildungsweise im Allgemeinen eine *geringere* Anzahl von Flötzen zu erwarten sein wird, diess ist wohl begreiflich; die bisweilen grosse Mächtigkeit und häufige Unregelmässigkeit der Flötze in manchen limni-

schen Bassins möchte aber, wenigstens zum Theil, darin ihre Erklärung finden, dass dergleichen Flötze gar nicht als vorweltliche Torfmoore, sondern durch Zusammenschwemmung grosser Haufwerke von Pflanzenmassen gebildet worden sind. Diess führt uns denn zur Beantwortung der Frage nach der ursprünglichen Bildungsweise der Steinkohlenflötze insbesondere.

§. 364. *Bildungsweise der Kohlenflötze insbesondere.*

Ueber die ursprüngliche Entstehung der Steinkohlenflötze, d. h. über die Art und Weise, wie solche mächtige und weit ausgedehnte Schichten von Pflanzenmassen gebildet worden sind, hat man verschiedene Ansichten aufgestellt, welche jedoch wesentlich auf zwei, einander entgegenstehende Theorien zurückgeführt werden können. Diese beiden Theorien lassen sich als die der Anschwemmung, und als die des Wachsthums an Ort und Stelle bezeichnen. Es ist über die Zulässigkeit der einen und der anderen dieser Theorien viel gestritten worden; indessen scheint es, dass beide in gleichem Grade berechtigt sind. Denn wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass den meisten und ausgedehntesten Flötzen ihr Material durch eine Vegetation *in situ* geliefert worden ist, so dürften doch manche Ablagerungen von Steinkohle nur durch eine Zusammenschwemmung von Pflanzenmassen zu erklären sein.

Dass noch gegenwärtig bisweilen erstaunliche Massen von Pflanzenstämmen durch grosse Ströme von ihren Standorten losgerissen, und mehr oder weniger weit, in Seebecken oder auch bis an die Meeresküste, fortgeschwemmt werden; dass in letzterem Falle solche Pflanzenstämme durch Meeresströmungen als Treibholz in weit entfernten Gegenden zum Absatze gelangen können, und dass die so angehäuften Treibholzmassen mitunter sehr bedeutende Dimensionen erlangen; diess sind bekannte Thatsachen. Da nun die Ströme der Vorwelt gewiss häufig eine ähnliche Wirksamkeit bethätigt haben werden, so lässt sich im Allgemeinen die Möglichkeit nicht abläugnen, dass auch damals hin und wann in den Stromausmündungen mächtige und weit ausgedehnte Ablagerungen von Pflanzenstämmen angehäuft worden sind. Wurden nun diese Ablagerungen später unter Sand- und Schlammschichten begraben, so befanden sie sich unter Verhältnissen, welche ihre allmälige Umbildung zu kohligen Massen begünstigen mussten; und nehmen wir an, dass sich ähnliche Ereignisse an denselben Stromausmündungen (in Landseen oder an der Meeresküste) wiederholten, so erhalten wir Schichtensysteme, welche sich gegenwärtig aus Schichten von Steinkohle mit zwischengelagerten Sandstein- und Schieferthonschichten zusammengesetzt erweisen werden.

Dass aber die so gebildeten Treibholzschichten keine sehr grosse Regelmässigkeit ihrer Ausdehnung und keine sehr constante Mächtigkeit zeigen, dass sie oftmals nur wie stockartige Ablagerungen erscheinen werden, und dass gerade dergleichen Ablagerungen, unter günstigen Localverhältnissen, und durch wiederholte, gegen dieselben Stellen gerichtete Anschwemmungen, eine

sehr bedeutende Mächtigkeit erlangen konnten, diess ist wohl nicht zu bezweifeln. Und so können wir denn in solchen angeschwemmten Pflanzenmassen ähnliche Verhältnisse erwarten, wie sie uns namentlich die Kohlenflötze mancher limnischen Bassins vorführen, nämlich sehr unregelmässige Mächtigkeitswechsel, Zerschlagung in viele einzelne Lagerstöcke, und excessive Mächtigkeiten mancher solcher Stöcke.

Grosse Anhäufungen von Treibholz gehören unter anderen in mehren Strömen Nordamerikas und Sibiriens zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen. Der Mackenziefluss liefert besonders ausgezeichnete Beispiele, und es müssen diese Anhäufungen schon seit langer Zeit im Gange gewesen sein, da man an seinen Ufern oft Lager von bituminösem Holze entblöst sieht, welche mit Thon-, Sand und Geröllschichten abwechseln. An den Ufern des Sclavensee und des Athabascasee werden fortwährend Bänke von Treibholz abgesetzt, die sich nicht selten viele Meilen weit erstrecken. Auch der Mississippi führt alljährlich aus den nördlichen Waldregionen eine unsagliche Menge von Baumstämmen in das Meer hinaus. Zuweilen häufen sich diese Stämme an einzelnen Stellen des Stromes zu grossen Ablagerungen an, welche sich, obwohl festsitzend, doch lange schwimmend erhalten; das sind die sogenannten *rafts*. So hatte sich im Achtafalaya, einem Seitenarme des Mississippi, während eines Zeitraumes von 38 Jahren ein ununterbrochenes Raft gebildet, welches 10 englische Meilen lang, 600 bis 700 Fuss breit, und 8 Fuss tief war; das Ganze stieg und sank mit dem Wasserstande, war mit Sträuchern und Bäumen bewachsen, von welchen letzteren einige zuletzt 60 F. hoch aufragten, bis sich endlich die Regierung von Louisiana genöthigt sah, das Raft mit grossem Aufwande von Kräften zerstören zu lassen. Island und Spitzbergen, sowie manche Küstenstriche von Labrador und Grönland werden beständig mit erstaunlichen Massen von Treibholz versorgt, und Crantz behauptet, dass die Haufwerke von Treibholz, welche das Meer an der Insel Jan-Mayen absetzt, oft eben so ausgedehnt sind, wie diese Insel selbst. Armstrong fand an den Küsten von Banks-Land, unter 74° N. B. das diluviale Treibholz zu förmlichen Bergen angehäuft, indem die Höhen des aus Sand und Geröll gebildeten Landes, von 300 Fuss über den Meeresspiegel aufwärts aus Lehm bestehen, welcher mit Stämmen, Aesten und Zweigen alten Treibholzes dermaassen erfüllt ist, dass die Kuppen auf 8 bis 10 engl. Meilen weit fast gänzlich daraus zu bestehen scheinen. Aehnliche Berge von Treibholz waren schon früher von Anjou an der Südküste der Insel Neu-Sibirien entdeckt worden.

Nach Elie-de-Beaumont würde eine 8 Meter dicke Schicht Treibholz ein Kohlenflötz von 1 Meter Mächtigkeit liefern können, was wohl etwas zu wenig berechnet sein dürfte. Denken wir uns also, dass irgendwo durch besonders günstige Localverhältnisse eine Anhäufung sehr vieler successiver Jahrgänge von Treibholz verursacht worden sei, so werden wir die Ausbildung jener mächtigen Lagerstöcke von Steinkohlen einigermaassen begreiflich finden, deren Formen und Dimensionen nicht wohl vereinbar mit der Ansicht scheinen, dass wir es auch bei ihnen mit einer, an ihrem ursprünglichen Standorte begrabenen Vegetation zu thun haben. Auf ähnliche Weise dürften aber auch manche regelmässig ausgedehnte Kohlenflötze durch Zusammenschwemmung zu erklären sein; wie z. B. alle diejenigen, welche zwischen Kohlenkalkstein und anderen Schichten von entschieden mariner Bildung eingeschaltet sind, oder wie jene selten vorkommenden Flötze, welche ohne ein Substratum von Sandstein oder Schieferthon, unmittelbar auf Granit, Thonschiefer, Kalkstein und anderen Gesteinen aufruhen, von denen sich nicht wohl annehmen lässt, dass sie den Grund und Boden einer luxurianten Vegetation geliefert haben können.

Aus diesen und anderen Gründen haben sich denn auch Williamson, Murch-

von. Horner u. A. noch in neuerer Zeit dafür ausgesprochen, dass in gewissen Fällen auch die Anschwemmungstheorie neben der Theorie des Wachsthums an Ort und Stelle ihre Giltigkeit habe.*)

Für die grosse Mehrzahl der Steinkohlenflötze dürfte jedoch unbedingt die zweite Theorie anzunehmen sein, dass ihnen ihr Material durch eine Vegetation an Ort und Stelle geliefert worden ist. Alle diejenigen Flötze nämlich, welche stetig über grosse Räume ausgedehnt sind, dabei eine sehr gleichmässige aber nicht zu grosse Mächtigkeit, und einen mit Stigmarien erfüllten Schieferthon zur Unterlage haben, sind wohl kaum nach einer anderen Theorie zu erklären. Nur darf man dabei nicht von der Idee ausgehen, dass es eigentliche Urwälder waren, welche, an Ort und Stelle niedergeworfen, durch die Last der aufgeschwemmten Massen zusammengepresst, und in Schichten von Pflanzensubstanz umgewandelt wurden. Denn die Flora der carbonischen Periode war ja im Allgemeinen keine Baum- und Waldflora, sondern eine Moost- und Strandvegetation, welche sich auf grossen, zur Emersion gelangten Flächen von Marschland entwickelte; die vorwaltenden Formen dieser Flora rechtfertigen aber die Vermuthung, dass die Ausbildung jener weit ausgedehnten und regelmässigen Schichten von vorweltlichen Pflanzenmassen die grösste Analogie mit der Bildung der jetzigen Torfmoore gehabt habe. Wenn wir also die meisten Steinkohlenflötze für vorweltliche Torfmoore erklären, so dürfen wir doch nicht vergessen, wie diese Moore von so ganz eigenthümlichen Pflanzen gebildet wurden, dass man die Analogie mit den jetzigen Torfmooren nicht zu weit verfolgen darf, um nicht auf neue Schwierigkeiten und unnatürliche Folgerungen geführt zu werden.

Auf denen, oft über viele Quadratmeilen ausgedehnten Marschflächen**) sprossten zunächst Stigmarien hervor, deren succulente, vielarmige Körper einen Unterwuchs von kriechenden Stämmen und Aesten bildeten; zwischen ihnen aber schossen in dichtem Gedränge Sigillarien und Calamiten zu einem Walde von colossalen, rohrartigen Stämmen auf, eine Generation über der andern, bis endlich eine mächtige Pflanzenschicht zu Stande kam, welche sich auf dem morastigen Grunde unter ähnlichen Verhältnissen befunden haben wird, wie die Pflanzenmassen unserer jetzigen Torfmoore, wie der aus Moosen, Röhren, Andromeden, Cypressen und Schlingpflanzen bestehende Torfgrund des Dismal-Swamp in Virginien, oder wie die mächtigen Humusschichten

---

* Murchison schliesst sich zwar in der zweiten Auflage seines Werkes *Siluria*, *p.* 568 f. gleichfalls der Ansicht an, dass viele Kohlenflötze durch eine Vegetation an Ort und Stelle gebildet wurden, und dass die häufige Repetition derselben durch eine Subsidenz des Meeresgrundes zu erklären sei. Dennoch aber scheint er anzunehmen, dass die mit Kohlenkalkstein wechselnden Kohlenflötze nur durch Zuschwemmung von Pflanzen gebildet worden sein können; *ibidem p.* 315 f. Sehr ausführlich bespricht die Bildung der Steinkohle G. Bischof, in seinem Lehrb. der chem. Geol. II, S. 1755 ff. zumal von S. 1808 bis 1854. Viele beachtenswerthe Bemerkungen gab auch Sorby, im *Edinb. New Philos. Journ. III*, 112, IV 117, und *VII*, 226.

** Lyell vergleicht diese Marschflächen mit den jetzigen Deltabildungen des Mississippi, Ganges u. s. w. *Manual of elem. Geol.* 5. *ed. p.* 886.

dergleichen sich nach Junghuhn auf Java in den Dickichten von Bambusro bilden, dessen älteste, bis 18 Zoll dicke Stämme 60 bis 70 Fuss hoch aufrag und, nach allen Richtungen niedergestreckt, durch ihre Verwesung eine im mer stärker werdende Moderdecke bilden. Java, u. s. w. II, 531 *).

Auf ganz ähnliche Weise spricht sich auch Goldenberg, in seiner *Flora Sara pontana fossilis* (1855, S. 31) aus. »Die Stigmarien, sagt er, scheinen die Er linge der verschiedenen über einander liegenden Kohlenfloren gewesen zu sei Die Art ihres Vorkommens und ihre Gestaltverhältnisse sprechen dafür, dass s dem Boden stehender Gewässer entsprossten, zur allmäligen Trockenlegung de selben beitrugen, und ihn so geschickt machten, andere Geschlechter von Pflar zen zu ernähren. Die Sigillarien sind wahrscheinlich ihre nächsten Nachfolger ge wesen; sie werden sehr häufig unmittelbar über den Lagern von Stigmarien i aufrechter Stellung gefunden, so dass dadurch leicht die Täuschung Platz greife konnte, als seien die einen blos die Wurzeln der anderen.« Damit stimmt au Dawson überein: Sigillarien und Calamiten, als schlanke und astlose Pflanzen, bil deten dichte Wälder und Dschungels, auf deren Boden durch die niedergefallene Stämme und Wurzelstöcke allmälig eine aus Rindenschalen und verotteten Holz theilen bestehende Moorschicht entstand. Doch glaubt er aus der Organisation de Sigillarien schliessen zu müssen, dass wenigstens mehre (*several*) Jahre zum Wachsthume mässiger Stämme erforderlich gewesen sein dürften. Dass auch Göp pert und v. Ettingshausen das hauptsächliche Material der Kohlenflötze von Sti marien und Sigillarien, von Calamiten und Lepidodendren ableiten, und den Fa nen nur einen untergeordneten Antheil zuschreiben, diess ist bereits oben (S. 557 bemerkt worden.

Die Reinheit der Kohlensubstanz**), die Stetigkeit der Ausdehnung und die gleichmässige Mächtigkeit der Kohlenflötze, die so regelmässige bankförmige Gliederung derselben durch eingeschaltete Lettenlagen als den Resultaten vorübergehender unbedeutender Inundationen), die aufrechten Pflanzenstämme, die mit Stigmarien erfüllten Sohl-Schieferthone und alle übrigen Verhältnisse der meisten Kohlenflötze scheinen nur in der vorerwähnten, oder in einer ähnlichen Vorstellung ihrer Bildungsweise eine genügende Erklärung zu finden. Trat endlich eine permanente grössere Steigung des Wasserspiegels ein, so wurde das so gebildete Pflanzenmoor unter Sand und Schlamm begraben, in deren ersten Schichten, zugleich mit dem letzten Bestande der Moorvegetation, eine grosse Menge anderer, den nächsten Lande entrissener Pflanzentheile eingeschwemmt werden musste, weshalb es denn erklärlich ist, dass die Dach-Schieferthone der Kohlenflötze

*) Man könnte auch an die dichten Buschgeflechte des Mangrove-Baumes denken, welche oft bis 20 Fuss hoch mitten im Wasser stehen, und so an den Küsten des mexikanischen Meerbusens eine Menge kleinerer und grösserer, halb schwimmender Inseln bilden, über welche Dr. Weinland recht interessante Mittheilungen machte, in Württemb. naturwissensch. Jahresheften, 16, 1860, S. 82 f.

**) Lyell macht in Betreff der Reinheit der Kohlenflötze aufmerksam darauf, dass wenn Moore überschwemmt werden, die eindringenden Wasser am Rande derselben durch die Stengel und Blätter der Pflanzen eine förmliche Filtrirung und Abklärung erfahren, und daher in die inneren Regionen nur als ganz reine Wasser gelangen. Diess ist z. B. der Fall mit den Mooren, welche sich in dem Senkungsgebiete bei Neu-Madrid gebildet haben und alljährlich überschwemmt werden. *The Edinb. New Philos. Journ. vol.* 55, 1853, p. 121

in der Regel eine Unzahl von isolirten und sehr menchfaltigen Pflanzenresten umschliessen.

Will man also von vorweltlichen Wäldern sprechen, so sind wohl darunter nur schilfrohrähnliche oder dschungelartige Dickichte von Sigillarien, Calamiten und Lepidodendren, mit Unterwuchs von Stigmarien, zu denken, nicht aber Wälder in der gewöhnlichen Bedeutung des Wortes. Denn, denken wir uns einen, aus vollwüchsigen Bäumen bestehenden, gewöhnlichen Hochwald auf seiner Grundfläche gleichmässig ausgebreitet, zusammengestampft und in Steinkohle umgewandelt, so würde er, wie sich leicht berechnen lässt, nur eine Kohlenlage von höchstens einem Centimeter Stärke liefern. Demnach würde ein einziges Kohlenflötz von einem Meter Mächtigkeit 100 Generationen von Hochwald, und vielleicht 10000 Jahre Zeit zu seiner Bildung erfordert haben; was denn doch eine etwas unglaubliche Annahme sein dürfte, wie frei wir auch über die Zeit verfügen können. Ganz anders stellt sich die Rechnung heraus, wenn wir Dickichte von Sigillarien, Calamiten u. s. w. voraussetzen, deren Stämme vielleicht in wenigen Jahren ihre volle Entwickelung erlangten, und, dicht neben einander stehend, so viel Pflanzenmasse lieferten, dass es einer weit geringeren Anzahl von Generationen bedurfte, um ein Torfmoor zu bilden, welches einem Kohlenflötze von der gewöhnlichen Mächtigkeit aequivalent ist.

Diese Ansicht, dass die Steinkohlenflötze aus vorweltlichen torfmoorähnlichen Pflanzenschichten entstanden sind, ist schon im Jahre 1778 von v. Beroldingen ausgesprochen, und bald darauf auch von De-Luc angenommen worden. Sie wurde jedoch zu Anfange des jetzigen Jahrhunderts, insbesondere durch Voigt (in seinem Versuche einer Geschichte der Steinkohlen, 1802 und 1805) bekämpft und in den Hintergrund gedrängt. In neuerer Zeit aber ist sie durch Lindley und Hutton (*The fossil Flora of Great-Britain, II,* 1833, *p.* XII—XXII), durch Link (in seiner Abhandlung über den Ursprung der Steinkohle und Braunkohle, 1838), durch Macculloch, Ad. Brongniart, Elie-de-Beaumont, Binney, Logan, Stiehler (in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 16, 1842, S. 717), durch Burat (in seiner *Description géol. du bassin houiller de Saône et Loire*), ganz vorzüglich aber durch Lyell und Göppert wiederum zu Ehren gekommen, und zu einem solchen Grade der Wahrscheinlichkeit erhoben worden, dass sie wohl nicht wieder durch eine andere Ansicht verdrängt werden dürfte.

Achter Abschnitt.

Permische Formation.

§. 365. *Einleitung.*

Nach der Steinkohlenformation gelangte hier und da eine sedimentäre Formation zur Entwickelung, welche durch ihre organischen Ueberreste als die letzte der primären oder paläozoischen Formationen charakterisirt wird. Im Allgemeinen auf wenige Bildungsräume beschränkt bleibt sie auch in ihrer Ausdehnung weit hinter den älteren und vielen neueren Formationen zurück; denn nach unsern dermaligen Kenntnissen ist sie nur in Russland über sehr grosse Räume verbreitet; ausserdem aber erlangt sie in Europa fast nur in Teutschland und England eine grössere Bedeutung.

Die Kenntniss dieser Formation ist von Teutschland ausgegangen, wo sie

namentlich in Thüringen seit langer Zeit das Feld eines sehr ergiebigen Bergbaues und vieler geognostischer Untersuchungen geliefert hat; später wurde sie in England bekannt, aber erst in neuerer Zeit ist sie auch in Russland als eine der wichtigeren Formationen nachgewiesen worden.

Da sie in Teutschland und England gewöhnlich in zwei sehr verschiedene Formationsglieder zerfällt, von denen das untere, das sogenannte Rothliegende, als eine Sandsteinbildung, das obere, der sogenannte Zechstein, als eine Kalksteinbildung erscheint, und da das Rothliegende mehr als eine Landwasserbildung, der Zechstein hingegen als eine marine Bildung charakterisirt ist, so wurden auch anfänglich diese beiden Formationsglieder als zwei verschiedene Formationen betrachtet und aufgeführt, bis endlich Murchison zeigte, dass in Russland die dem Rothliegenden entsprechenden Sandsteine und die dem Zechsteine entsprechenden Kalksteine ohne eine bestimmte Ordnung mit einander wechsellagern, und sich als Glieder einer und derselben Formation erweisen. Wie also der Kohlenkalkstein und die übrigen Glieder der Steinkohlenformation, so müssen auch das Rothliegende und der Zechstein, ungeachtet ihrer sehr auffallenden Verschiedenheit und ihres oft getrennten und selbständigen Auftretens, zu einer einzigen Formation vereinigt werden, für welche freilich weder die eine, noch die andere jener beiden, aus der Sprache des Thüringer Bergmanns entlehnten Benennungen geeignet erscheint.

Weil nun dieser Schichten-Complex nirgends in einer gleich grossen Ausdehnung bekannt ist, als im Gouvernement Perm und in den angränzenden Gegenden Russlands, und weil dort die Zusammengehörigkeit der in Teutschland und England getrennten Glieder zuerst erkannt worden ist, so schlug Murchison im Jahre 1841 den Namen permisches System oder permische Formation vor, welcher auch bereits so allgemeinen Eingang gefunden hat, dass wir keinen Anstand nehmen, uns dieser Nomenclatur anzuschliessen.

Murchison zieht auch die unterste Etage des Buntsandsteins mit in den Bereich der permischen Formation, gewinnt sonach eine dreigliederige Eintheilung derselben, und betrachtet demgemäss die Formation, wie solche in Teutschland auftritt, als eine untere oder paläozoische Trias. *Siluria*, 2. *ed*. *p*. 345 f. Marcou dagegen, welcher sich gegen den Namen permische Formation erklärt, erfasst die Formation nur in ihren beiden Hauptgliedern, dem Rothliegenden und dem Zechsteine, schlägt daher für selbige den Namen Dyas vor, will sie jedoch von den paläozoischen Formationen trennen, und mit der Trias zu einer Formationsgruppe vereinigen. *Dyas et Trias*, *Genève*, 1859, *p*. 49 ff. Gegen diese letztere Ansicht hat sich Murchison sehr entschieden ausgesprochen.

Unter dem Namen permische Formation begreifen wir also denjenigen Schichtencomplex, welcher unmittelbar auf die Steinkohlenformation gefolgt, und der Triasformation vorausgegangen ist, und welcher in den zuerst bekannt gewordenen Gegenden seines Vorkommens in zwei grosse und meist scharf getrennte Formationsglieder, nämlich in das Rothliegende und den Zechstein zerfällt, während schon hier und da in diesen Gegenden, noch weit mehr aber in Russland eine solche Trennung nicht mehr so scharf, oder auch gar nicht mehr durchzuführen ist.

Dass somit eine Sandsteinbildung und eine Kalksteinbildung zu einer und derselben Formation gerechnet werden, diess kann wohl kein Bedenken hervorrufen, da uns fast alle Sedimentformationen Beispiele einer solchen Association vorführen. Das einzige erhebliche Bedenken würde aus dem Umstande herzuleiten sein, dass das Rothliegende oft mehr eine limnische, der Zechstein dagegen ganz entschieden eine marine Bildung ist; aber auch diesem Verhältnisse begegneten wir schon in der Steinkohlenformation, zwischen dem Kohlenkalksteine und den oberen Schichtensystemen ihrer paralischen Territorien. Es lässt sich also im Allgemeinen gegen die von Murchison vorgeschlagene Vereinigung nicht viel einwenden.

Uebrigens wurde von Hausmann darauf hingewiesen, dass schon längst in Teutschland die sehr genaue Verknüpfung zwischen Rothliegendem und Zechstein erkannt*), und daher das Ganze von ihm als Kupferschieferformation aufgeführt worden sei. Murchison könne daher nicht die Priorität dieser Classification oder Zusammenfassung), sondern nur die des Namens permische Formation in Anspruch nehmen, welchem jedoch aus mehren Gründen der Name Kupferschiefergebirge, oder, wenn man nun einmal einen Localnamen wolle, der Name Thüringer Formation unbedingt vorzuziehen sei. Gött. Gel. Anz. 1850, S. 1087. — Weil aber der eigentliche Kupferschiefer ausserhalb Teutschland fast gar nicht vorhanden, und weil auch häufig das Rothliegende ganz allein ausgebildet ist, so dürfte doch wohl der Name Kupferschieferformation nicht allgemein bezeichnend sein. Gegen den sehr guten Namen Thüringer Formation lässt sich nur die Priorität der von Murchison vorgeschlagenen Benennung geltend machen, obgleich er schon früher von Hoffmann, freilich in einer viel weiteren und nicht wohl zulässigen Bedeutung in Vorschlag gebracht worden ist. Uebersicht der orogr. und geogn. Verh. vom NW. Deutschland, 1830, S. 438.

Beyrich ist zwar der Meinung, wir würden, wenn wir in Teutschland von einem permischen Systeme sprechen wollten, das bei uns in der Natur Gesonderte in einer unzweckmässigen und durch nichts gerechtfertigten Weise verbinden, und man könne einen teutschen Geognosten, welcher in Teutschland eine permische Formation annehme, mit einem Historiker vergleichen, welcher in der teutschen Geschichte neue Abschnitte einführen wolle, um sie mit denen der russischen Geschichte in Einklang zu bringen. Berichte der Königl. Preuss. Akad. der Wissensch. 1845, S. 33. Wenn es sich jedoch in der Geognosie nicht um die Entwickelungsgeschichte einzelner Landstriche, sondern um die der äusseren Erdkruste überhaupt handelt, wenn es ihr darauf ankommt und ankommen muss, die Gleichzeitigkeit weit von einander liegender Schichtensysteme nachzuweisen, und die gleichzeitig entstandenen ähnlichen Bildungen unter gemeinschaftlichen Namen zusammenzufassen, da muss jenes Gleichniss offenbar hinkend erscheinen. Es wäre gewiss kein Fortschritt der Wissenschaft, wenn künftig die, paläontologisch und lithologisch als gleichzeitig erkannten Sedimentbildungen wegen localer und petrographischer Verschiedenheiten unter verschiedenen Formationsnamen aufgeführt werden sollen. Dasselbe Gleichniss würde sich auch gegen den allgemeinen Gebrauch der Namen silurische Formation, devonische Formation u. s. w. geltend machen lassen; da sich nun der Urheber desselben mit diesen Namen einverstanden erklärt, da er sogar in der teutschen Kreideformation eine cenomanische, turonische und senonische Etage annimmt, so ist wohl zu hoffen, dass er auch sein Bedenken in Betreff des Namens permische Formation fallen lassen, und

---

* So sprach auch Kittel im Jahre 1840 die Ansicht aus, dass die Formation des Rothliegenden von der des Zechsteins nicht getrennt werden dürfe, weil die Natur sie uns überall vereinigt zeige. Omalius d'Halloy hat beide schon längst unter dem Namen *terrain pénéen* verbunden.

sich dem, ausserhalb seines Bereiches, schon ziemlich allgemein gewordenen Sprachgebrauche anschliessen wird.

Wie Beyrich und Marcou, so haben sich auch v. Semenow und v. Cotta gegen den Namen »permische Formation« ausgesprochen. Der Erstere hält es f unmöglich, die russische permische Formation mit dem teutschen Zechsteine ein und dasselbe Niveau zu stellen, und er bedauert, dass jener Name als völl gleichbedeutend mit dem Zechsteine das Bürgerrecht gewonnen habe. Zeitsch der deutschen geol. Ges. B. VI, S. 393. Mein geehrter Freund v. Cotta aber e klärt sich entschieden gegen den Vorschlag, das Rothliegende und die Zechstein bildung unter dem Namen der permischen Formation zu vereinigen. Geol. Frage 1857, S. 18 f. Wir glauben jedoch, dass mit dieser Vereinigung zu einer Fo mation eine Trennung des Rothliegenden und des Zechsteins, als zweier selb ständiger Formationsglieder, recht wohl vereinbar und auch da nothwend geboten ist, wo diese beiden Glieder in der Natur geschieden vorliegen. F. Röme hat den Namen »permische Formation« adoptirt, weil es erwiesen sei, dass auc in Teutschland das Rothliegende und die eigentliche Zechsteinbildung, wenn gleic meistens petrographisch und paläontologisch scharf getrennt, dennoch in eine un dieselbe Gruppe zu vereinigen sind. Lethäa, 3. Aufl. I, S. 85.

Weil Teutschland, England und Russland diejenigen drei Länder sind, in welchen die permische Formation am vollständigsten ausgebildet und am genauesten bekannt ist, so scheint es uns zweckmässig, die Darstellung derselben nach ihrer verschiedenen Ausbildungsweise in diesen drei Ländern zu ordnen und abzutheilen.

Erstes Kapitel.

Permische Formation in Teutschland.

A. Rothliegendes.

§. 366. *Allgemeiner Charakter des Rothliegenden.*

In Teutschland lässt die permische Formation fast überall die beiden Formationsglieder des Rothliegenden und des Zechsteins unterscheiden, welche sich jedoch, ungeachtet ihrer auffallenden Verschiedenheit, durch ihre sehr gewöhnliche Association innerhalb derselben Bildungsräume, und durch ihre concordante Lagerung als zusammengehörige Bildungen zu erkennen geben. Im Allgemeinen lässt sich, wie gesagt, das Rothliegende als eine Sandsteinbildung, der Zechstein als eine Kalksteinbildung bezeichnen, welche da, wo sie beide zugleich vorhanden sind, die sehr bestimmte Lagerungsfolge behaupten, dass das Rothliegende die untere, der Zechstein die obere Hälfte der Formation bildet. Bald erscheint das Rothliegende weit mächtiger als der Zechstein, bald findet das Gegentheil Statt; nicht selten wird der Zechstein gänzlich vermisst und das Rothliegende ist allein vorhanden, während auch umgekehrt der Zechstein bisweilen ohne das Rothliegende angetroffen wird.

Die Namen Rothliegendes oder Todtliegendes gehören nicht gerade zu den Glanzpunkten der geologischen Nomenclatur; die ihnen zu Grunde liegende ursprüngliche Benennung Rothes-Todtes-Liegendes aber ist ein nomenclatorisches Monstrum, welches seine Abstammung aus der Sprache des Thüringischen

Hauers in keiner Weise verläugnet. Nach der Durchbrechung des Kupferschiefer-
...tzes, als des hauptsächlichen Gegenstandes seiner Thätigkeit, gelangt nämlich
der Thüringische Bergmann zuvörderst in den darunter liegenden weissen oder
...auen, oft noch erzführenden Sandstein, das Weissliegende oder Grauliegende,
unter diesem aber in die rothe, erzleere, und daher für ihn todte Sandstein-
bildung, als das eigentliche Liegende aller erzführenden Schichten, welcher er
daher den Namen des rothen, todten Liegenden gab*). Obgleich also der Name,
wie Heim bemerkt, rein geognostisch ist, indem er sich auf die Farbe und auf die
bestimmte Lagerung dieser Sandsteinbildung unter dem Kupferschiefer bezieht, so
verstösst es doch gegen alle Regeln der wissenschaftlichen Nomenclatur, wenn ein
mit zwei Adjectiven belastetes *Participium praesentis* als *Nomen proprium* eingeführt
wird. Der zweckmässigerweise abgekürzte Name Rothliegendes hat sich nun
aber einmal in der Sprache der teutschen Geognosie eingebürgert, und wir wer-
den uns daher seiner zur Bezeichnung der unteren Abtheilung der permischen For-
mation in Teutschland bedienen. Die Engländer nennen die entsprechende Bildung
der *new red sandstone*, die Franzosen *grès rouge*.

Das Rothliegende tritt in so vielen Gegenden Teutschlands, und oftmals
so grosser Mächtigkeit auf, dass wir in seiner dortigen Ausbildungsweise ge-
wissermaassen den Normaltypus dieser merkwürdigen Sandsteinbildung ken-
nen lernen. Das vorwaltend aus Eisenoxyd bestehende rothe Pigment, das
...fache Auftreten von Conglomeraten, der immer wiederholte Wechsel in der
...sse des Kornes seiner Gesteine, die häufige Association mit Porphyren und
...phyren, die so gewöhnlichen Einlagerungen von Thonsteinen und Porphyr-
...glomeraten, die grosse Armuth und der oft gänzliche Mangel an organischen
...errresten: das sind Eigenschaften, durch welche sich das Rothliegende als
...r ganz eigenthümliche Sandsteinbildung beurkundet; als eine Bildung, de-
...n Entwickelung gleichzeitig mit Eruptionen porphyrischer Ge-
...ine, oder doch gleichzeitig mit solchen Ereignissen Statt fand, wie
... dergleichen Eruptionen entweder vorauszugehen oder nachzufolgen pflegen.

Die für die meisten Gesteine des Rothliegenden so charakteristische Färbung
durch Eisenoxyd ist schon lange als eine bedeutsame Erscheinung erkannt worden.
Heim hob es hervor, dass dieses Eisenoxyd eine grosse Rolle bei der Bildung des
Rothliegenden gespielt habe, indem es schon in den Conglomeraten, noch mehr
in den Sandsteinen, am meisten aber in den thonigen Gesteinen desselben als
Pigment vorhanden sei. Geol. Beschreib. des Thür. Waldes, II, 5, 1806, S. 58.
Hoffmann führte diese vorherrschende rothe Farbe als eine der charakteristischen
Eigenthümlichkeiten der ganzen Bildung auf, und Sedgwick erkannte dasselbe für
das Rothliegende Englands. Dass dieser eisenoxydreiche Schlich, welcher nament-
lich im rothen Schieferletten (oder Röthelschiefer) seine reinste Darstellung gefun-
den hat, gleichfalls durch eruptive Thätigkeit geliefert worden sei, und mit der
Bildung der Porphyre, vielleicht auch mit der Bildung gewisser Rotheisenerzgänge,
in sehr naher Beziehung stehen dürfte, diess wurde bereits früher in der Geogno-
stischen Beschreibung des Königreichs Sachsen, Heft II, 1838, S. 425 und 493
angedeutet. In demselben Sinne sprach sich auch Steininger aus, wenn er sagte:

---

* Gerade so, wie in England die Kohlenbergleute den unter der productiven Koh-
lenformation liegenden Millstonegrit *Farewell-rock* nennen, weil sie von der Kohle Abschied
nehmen, wenn sie ihn erreicht haben.

»bei den Porphyr-Eruptionen wurde das sehr bewegte Wasser durch rothes Eis
oxyd getrübt, welches mit dem Porphyr zum Vorscheine kam; die grössten G
schiebe wurden zunächst an den Eruptionsstellen angehäuft, während die feine
Thon-, Sand- und Eisenoxydmassen vom Wasser weiter fortgeführt und sp
abgesetzt wurden, und die thonigen, weichen rothen Sandsteine lieferten.« Geog
Beschr. des Landes zwischen der unteren Saar und dem Rheine, 1840, S. 91.

Dieser unverkennbare Causal-Zusammenhang zwischen den Porphyr- Erupti
nen und dem Absatze des Rothliegenden, dieses Eingreifen der ersteren in
Bildungsräume des letzteren, diese räumliche und zeitliche Coincidenz beider B
dungen veranlasste auch Leopold v. Buch, den Gedanken auszusprechen, es m
das Rothliegende wohl ein unmittelbares Erzeugniss der Porphyre selbst sein,
dem die, ihre Eruptionen einleitenden und begleitenden gewaltsamen Bewegun
der äusseren Erdkruste bedeutende Massen von Gesteinsschutt lieferten, welch
zum grossen Theile aus porphyrischem Materiale bestehend, vom Wasser bearb
tet und in Schichten ausgebreitet wurden. Leonhards Min. Taschenb. 182
S. 312. Und in der That ist das Rothliegende in vielen Gegenden seines Vorkom
mens als eine amphotere, als eine eruptiv-sedimentäre oder neptunoplutonis
Bildung charakterisirt, zu welcher die Porphyre theils mittelbar, theils unmittelb
das Ihrige beigetragen haben; ja, die Einlagerungen von Porphyren und Mel
phyren gehören zu den so gewöhnlichen Erscheinungen, dass Carl v. Raum
diese Gesteine geradezu als wesentliche Glieder des Rothliegenden betrachtet
Das Gebirge in Niederschlesien, 1819, S. 88 und 101. Können wir nun auch d
eigentlichen Porphyre und Melaphyre, selbst da, wo sie als weit ausgebreit
Decken dem Rothliegenden eingeschaltet sind, nur als fremdartige Eindringlin
betrachten, so müssen wir doch diese Ansicht v. Raumers für die Thonstein
Porphyrpsammite und Porphyrconglomerate gelten lassen, welche sich als amph
tere Gesteine an dem Schichtenbaue der sedimentären Formation betheiligt habe

Bei dieser unverkennbaren Abhängigkeit, welche das Rothliegend
Teutschlands in so manchen Gegenden seines Vorkommens von der Mitwirkun
der Porphyr-Eruptionen zeigt, werden wir auch in seinem Bereiche viele Ge
steine erwarten können, welche ihr hauptsächliches Material von den Porphy
ren bezogen haben.

Unter den klastischen Gesteinen des Rothliegenden erlangen die Pse
phite eine besondere Wichtigkeit, welche gewöhnlich als polygene Con
glomerate, bisweilen aber als reine Porphyrbreccien und Porphyr
conglomerate ausgebildet sind. An sie schliessen sich die Sandstein
und die Porphyrpsammite an, welche durch eine fortwährende Verfeine
rung ihres Kornes, oder auch durch ein allmäliges Ueberhandnehmen ihres
Bindemittels in Schieferletten und Schieferthon übergehen, mit denen
wiederum die Thonsteine oder Felsittuffe sehr nahe verwandt sind. —
Von krystallinischen Haloidgesteinen sind Kalkstein und Dolomit zu erwäh
nen, welche jedoch, eben so wie Steinkohle und Brandschiefer, nur
untergeordnete Lager bilden. — Auch die Erzführung des Rothliegenden ist
im Allgemeinen als eine unbedeutende zu bezeichnen.

§. 367. *Conglomerate, Sandsteine, Schieferletten, Schieferthone.*

Die psephitischen Gesteine des Rothliegenden erscheinen meist als

Conglomerate, bisweilen als Breccien, und zwar gewöhnlich als polygene, seltener als monogene Conglomerate, bald grossstückig, bald kleinstückig, mit hartem, sandsteinähnlichem, bisweilen quarzigem, oder mit weichem, thonigem und thonigsandigem, selten mit kalkigem Bindemittel. Die Fragmente sind in der Regel mehr oder weniger abgerundet, also Geschiebe und Gerölle, zeigen zwar alle möglichen Dimensionen, sind jedoch am häufigsten kopfgross bis nussgross, und stammen gewöhnlich aus den benachbarten, selten aus sehr entfernten Gegenden. Sie können aus allen möglichen älteren Gesteinen bestehen, daher man Bruchstücke und Geschiebe von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Grauwacke, Quarzit, Kieselschiefer, Grünstein und von mancherlei Porphyren findet*). Alle diese Geschiebe zeigen oftmals einen ganz dünnen Ueberzug von Rotheisenoxyd, welcher sie wie ein Hauch bedeckt; doch kommen auch Quarzgerölle mit sehr glatter und reiner, oder mit geätzter Oberfläche vor.

Die Festigkeit dieser Conglomerate ist sehr verschieden nach Maassgabe ihres Bindemittels; einige sind sehr fest und schwer zerstörbar, weshalb sie in schroffen Felsen aufragen können; andere sind weich, und unterliegen weit leichter den Angriffen der Erosion; noch andere erscheinen als fast lose und schüttige Gesteine. Die Farbe ist vorwaltend röthlichgrau und roth; doch kommen auch graue, weisse, grünliche, und anders gefärbte Varietäten vor, auch pflegt die rothe Farbe nur in denjenigen Conglomeraten recht intensiv zu sein, deren Bindemittel vorwaltend aus rothem Thone oder sandigem Schieferletten besteht. Die Schichtung ist in der Regel deutlich, obwohl die Schichten bisweilen sehr mächtig, und gewöhnlich um so mächtiger sind, je grobstückiger das Gestein ist; dabei wechseln meistentheils Schichten von gröberem und feinerem Conglomerate, oder auch Conglomeratschichten mit Schichten von Sandstein und Schieferletten ab, wie denn überhaupt ein häufiger und rascher Wechsel in der Grösse des Kornes für die klastischen Gesteine des Rothliegenden oftmals recht bezeichnend ist. Organische Ueberreste finden sich sehr selten in den Conglomeraten, und bestehen lediglich in verkieselten Dendrolithen.

Eine merkwürdige Varietät von Conglomerat ist das von v. Veltheim so genannte Hornquarzconglomerat in den Umgebungen des Harzes. Dasselbe besteht aus fast kugelrunden, 3 bis 12 Zoll starken Geröllen eines grauen körnigen Quarzites, welche, in grosser Menge angehäuft, mächtige Schichten und Schichtensysteme bilden. Da nirgends weder am Harze noch anderswo ein ähnliches Quarzgestein anstehend bekannt, auch die sehr regelmässige sphärische Gestalt der Ge-

*) Von den Conglomeraten des Rothliegenden gilt insbesondere die Bemerkung von Heim: »Das Material des Todtliegenden besteht aus den Trümmern einer zerstörten Erdoberfläche; es eröffnet uns, wie Leopold v. Buch sagt, ein ganzes Museum der Vorwelt. In der That, wenn alle primitiven Gebirgsarten von der Oberfläche der Erde verschwinden und nur die Trümmer des Todtliegenden zurückbleiben sollten, so würde sich die Beschaffenheit jener Gebirgsarten noch immer aus dem Todtliegenden, wie der Inhalt verlorener Schriften des Alterthums aus den von anderen Auctoren aufbehaltenen Fragmenten derselben, erkennen lassen.« Heim, a. a. O. S. 21 und 22.

rölle etwas auffallend ist, so vermuthete v. Veltheim, dass diese Sphäroide ursprünglich an Ort und Stelle gebildete Concretionen seien, was jedoch von Hoffmann wohl mit Recht bezweifelt wird. Uebers. der orogr. und geogn. Verh. des NW. Deutschland, S. 592, und Karstens Archiv, 1829, S. 131. Die sehr festen und unzerstörbaren Conglomerate besitzen ein kieseliges oder quarziges Bindemittel, und liefern, eben so wie die verkieselten Dendrolithen und die bisweilen vorkommenden hornstein- oder jaspisähnlichen Schichten, den Beweis, dass bei der Bildung des Rothliegenden oft viel aufgelöste Kieselerde mit im Spiele gewesen sein muss. Sehr lockere, kleinstückige Conglomerate bilden z. B. im Erzgebirgischen Bassin die mittlere Etage, und fast ganz lose Gerölle von Gneiss und Porphyr im Döhlener Bassin die obere Etage des Rothliegenden. — Dass ausser den herrschenden röthlichgrauen und rothen Farben auch andere vorkommen, diess beweisen z. B. die Conglomerate der Gegend von Vilbel und Bieber, welche nach Klipstein grau, manche Conglomerate des Thüringer Waldes, welche grau oder schmutzig grün sind, und die grauen oder weissen Conglomerate, welche bei Zwickau und Würschnitz in Sachsen die untersten Schichten des Rothliegenden constituiren.

Dass die Geschiebe in den Conglomeraten des Rothliegenden gewöhnlich von denen in der Nähe oder doch nicht in zu grosser Entfernung anstehenden Gesteinen abstammen, diess ist eine vielfältig bestätigte Erfahrung; so nach Heim und Hoffmann am Thüringer Walde, wo daher in verschiedenen Regionen die Geschiebe sehr verschiedene sind; nach Klipstein in der Wetterau und am Odenwalde, in welchem das Rothliegende »als ein wahres Repertorium für das benachbarte ältere Gebirge gelten kann;« nach Leopold v. Buch, Zobel und v. Carnall in Schlesien; und eben so verhält es sich in Sachsen, sowohl im Erzgebirgischen als im Döhlener Bassin. Doch kommen auch Beispiele vom Gegentheil vor; wie denn nach v. Veltheim und Hoffmann am Harze die Geschiebe des Rothliegenden nicht aus dem zunächst anstehenden älteren Gebirge stammen, sondern den Felsarten des Fichtelgebirges und Frankenwaldes entnommen zu sein scheinen; denn die Granite, Grünsteine und Grauwacken des Harzes sollen in ihnen kaum irgendwo bestimmt wieder zu erkennen sein.

Die Sandsteine des Rothliegenden entwickeln sich aus den kleinkörnigen Breccien desselben durch fortwährende Verfeinerung des Kornes. Sie sind meist eckigkörnig, selten rundkörnig, bisweilen krystallinisch mit deutlich erkennbaren Quarzkrystallen, gewöhnlich reich an Feldspath- oder Kaolinkörnern, daher nicht selten arkosähnlich, oder reich an Glimmerschuppen, daher zuweilen in Sandsteinschiefer verlaufend, bestehen aber doch vorwaltend aus Körnern von Quarz, Hornstein und Kieselschiefer. Ihr Bindemittel ist gewöhnlich thonig, und dann meist roth, oder grünlichgrau bis berggrün; oder es ist kaolinartig, und dann weiss oder lichtgelb, bisweilen ist es kieselig, selten kalkig oder dolomitisch. Der Sandstein selbst erscheint daher entweder als ein weiches thoniges, oder als ein hartes scharfkörniges (als Mühlstein brauchbares) Gestein; selten kommt ganz lockerer, ungebundener Sand vor. Die Grösse des Kornes ist sehr verschieden, von grosskörnig bis feinkörnig, unterliegt aber häufigen und raschen Wechseln, und hält nur selten gleichmässig aus von einer Schicht zur anderen, schwankt sogar oft in einer und derselben Schicht, indem bald conglomeratartige bald schieferlettenartige Schweife und Lagen mitten innerhalb der Sandsteinmasse auftreten. Discordante Parallelstructur ist auch in den Sandsteinen des Roth-

liegenden eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung. Die Schichten sind mehr oder weniger mächtig, sehr deutlich ausgesprochen, und zuweilen so schmal, dass sie sehr schöne Steinplatten liefern (Waldplatten am Thüringer Walde). Die herrschende rothe und röthlichbraune Farbe wird oft stellenweise durch grünlichweisse, grünlichgraue bis berggrüne Lagen, Streifen und Flecke unterbrochen, auch kommen ganze Schichten und Schichtensysteme von weissen, gelben und lichtgrünen oder grauen Farben vor.

Von accessorischen Bestandmassen sind in den Sandsteinen des Rothliegenden besonders Nieren und Concretionen von Dolomit oder Kalkstein, von Jaspis, Hornstein, Brauneisenerz und Rotheisenerz zu erwähnen; eine Erzführung pflegt ausserdem nur in den obersten, unmittelbar unter dem Kupferschiefer liegenden, und schon der Zechsteinbildung angehörigen Schichten des sogenannten Grau- und Weissliegenden Statt zu finden, welche hier und da ziemlich reich an Kupfererzen, Bitumen und anderen Accessorien sind, und die sogenannten Sanderze liefern, wie sie bei Sangerhausen und stellenweise auch im Mansfeldischen und anderwärts abgebaut werden. Doch sind neuerdings in Böhmen mitten im Rothliegenden Schichten nachgewiesen worden, welche reich an Kupfererzen sind; wie denn dieselben Erze in den permischen Sandsteinen Russlands und Nordamerikas eine sehr wichtige Rolle spielen.

Der eckigkörnige Sandstein v. Veltheims ist ein Aggregat krystallinischer Quarzkörner, und bald feinkörnig bald grobkörnig; der feinkörnige erscheint unter anderen in den Schluchten südöstlich von Mansfeld mit vollkommen ausgebildeten Quarzkryställchen, umschliesst auch Lagen von splittrigem Hornstein; in den grobkörnigen Varietäten treten sehr häufig grössere Quarzkörner, zuweilen wahre Bergkrystalle, mit glatten Flächen und scharfen Kanten auf. Auch der rothe Sandstein von Friedland in Schlesien ist nach v. Raumer ganz erfüllt mit hexagonalen Quarzpyramiden. Dagegen ist der rundkörnige Sandstein v. Veltheims ausgezeichnet durch die Abrundung und gleiche Grösse seiner hornsteinartigen Körner; ja er gewinnt zuweilen fast ein rogensteinähnliches Ansehen, oder lässt seine Körner wie Perlenschnüre in dem Bindemittel hervortreten; dergleichen Varietäten kommen nach Freiesleben auch an einigen Puncten bei Eisleben vor. — Die arkosähnlichen Sandsteine bestehen gewöhnlich aus Körnern von durchsichtigem Quarz und Feldspath oder Kaolin, sparsamen Glimmerblättchen und wenigem Bindemittel; sie sind scharfkörnig und liefern z. B. bei Siebigkerode und Rothenburg treffliche Mühlsteine und Werkstücke. Zu ihnen gehören auch die von Warmholz unter dem Namen Feldspathsandstein aufgeführten Gesteine aus dem Rothliegenden an der Südseite des Hunsrücks, ferner die Sandsteine von Lindenau, Voigtsdorf und Trautliebersdorf in Schlesien, deren reichlichen Gehalt an frischen Feldspathkörnern v. Raumer hervorhebt, sowie endlich gewisse Sandsteine aus der Gegend von Schwarzkostelez in Böhmen, von denen Reuss bemerkt, dass sie bis zum dritten Theile aus Feldspathkörnern bestehen. — Sandstein mit kalkigem Bindemittel findet sich z. B. sehr ausgezeichnet nach Reuss an der Südseite des Zampacher Berges, im Königgrätzer Kreise in Böhmen; das ziemlich feinkörnige, bald ziegelrothe, bald graulichweisse Gestein hat ein krystallinisches Cäment von Kalkspath, welches ihm nach verschiedenen Richtungen ein eigenthümliches Schillern verleiht. Neues Jahrb. f. Min. 1844, S. 7. Sehr lockerer Sandstein, ja sogar rother Triebsand, kommt nach Freiesleben in Thüringen hier

und da, wie z. B. bei Walkenried vor; in England ist er häufig. — Weisse hellgraue und lichtgelbe Sandsteine von bedeutender Mächtigkeit finden sich z. B. in der unteren Etage des Rothliegenden bei Rochlitz (im Mordgrunde), und bei Salhausen und Limbach unweit Oschatz in Sachsen; am Thüringer Walde besitzen dergleichen graue Sandsteine nach Heim oft eine täuschende Aehnlichkeit mit körniger Grauwacke.

Der mit Conglomerat und rothem Schieferletten wechselnde ziegelrothe Sandstein in der Berneck am Schwarzwalde enthält nach v. Alberti Schweife, Lager und Nester von körnigem, splittrigem oder erdigem gelblichbraunem Dolomit, in welchem Jaspis und Baryt derb und eingesprengt vorkommen*). Der kalkige Sandstein von Zampach im Königgrätzer Kreise enthält nach Reuss viele Nester und Knollen eines dichten braunen, und der ähnliche Sandstein von Böhmisch-Ribnay zahlreiche Knollen eines grauen und weissen Kalksteins, welche sich mitunter zu förmlichen Schichten an einander reihen. Im Sandsteine von Langwaltersdorf und Gerbersdorf in Niederschlesien finden sich nach Zobel und v. Carnall faustgrosse Kugeln von mergeligem Kalkstein. — Am östlichen Rande des Kiffhäuser in Thüringen, bei Uthersleben, kommen im Sandsteine kugelige Concretionen von dichtem Rotheisenerz vor, welche mit Glimmer überzogen sind, und von den Schichtungsfugen durchsetzt werden. Nach Freiesleben finden sich auch am Kiffhäuser Nester von schuppigem Eisenrahm, bei Siebigkerode aber Knollen und rundliche Partieen von Rotheisenstein.

Der Schieferletten (I, 663) oder Röthelschiefer, wie ihn Gümbel nennt, ist ein für das Rothliegende ganz besonders bezeichnendes Gestein. Derselbe erscheint gewöhnlich als ein blut- bis bräunlichrother, sehr eisenoxydreicher Schieferthon, welcher im trocknen Zustande mager und bröcklich, im feuchten Zustande sehr fett und zäh ist. Ausser den herrschenden rothen Farben kommen auch noch grünlichweisse, licht grünlichgraue und berggrüne Farben vor, welche besonders häufig runde Flecke mitten im rothen Grunde, bisweilen auch lagenweise Streifen oder scharf abschneidende Säume an den Klüften des Gesteins bilden. Der Schieferletten ist sehr vollkommen und dünn geschichtet, und geht durch Zurücktreten der feinsandigen Theile und der Glimmerschuppen einerseits in reinen rothen Letten, anderseits in Thonstein über. Er ist dasselbe Material, welches das vorwaltende Pigment und Cäment der Sandsteine und Conglomerate liefert, sich unmittelbar an die sehr feinen thonigen Sandsteine anschliesst, und überhaupt diese gröberen klastischen Gesteine des Rothliegenden mit den Thonsteinen in Verbindung bringt. Nicht selten enthält er ziemlich viel kohlensauren Kalk, was sich durch ein mehr oder weniger lebhaftes Aufbrausen mit Säuren zu erkennen giebt, und bisweilen eine mergelige Beschaffenheit des Gesteins bedingt. Auch ist es besonders dieser Schieferletten, in welchem die dem Rothliegenden untergeordneten Kalksteinlager vorzukommen pflegen.

Die eigentliche Substanz des Schieferlettens scheint wesentlich ein durch Eisenoxyd gefärbter Thonsteinschlich zu sein, welchem sehr feine Sandkörner und Glimmerschüppchen beigemengt sind. Die hiernach Statt findende innige Ver-

*) Auch in den Vogesen hält der rothe Sandstein bei der Kirche von Belmont Adern von Dolomit.

wandtschaft zwischen dem Schieferletten und den dünnschichtigen Thonsteinen macht es auch erklärlich, warum die mehr verhärteten Varietäten desselben so häufig selbst unter dem Namen Thonstein aufgeführt werden. Indessen scheint es zweckmässig, dieses, doch immer noch mehr thonartige, im Wasser zäh und plastisch werdende Gestein mit einem besonderen Namen zu belegen, wozu sich das von Hoffmann gebrauchte Wort Schieferletten, oder auch der von Gümbel vorgeschlagene Name Röthelschiefer eignen dürfte.

Wie bisweilen weisse, graue und gelbliche Sandsteine, so erscheinen ch hier und da im Gebiete des Rothliegenden **graue Schieferthone**, welche sich wenig oder gar nicht von den Schieferthonen der Steinkohlenformation unterscheiden. Da sie nicht selten verkohlte Pflanzenreste, zuweilen h wohl unbedeutende Kohlenflötze umschliessen, und gewöhnlich von grauen ndsteinen begleitet werden, so zeigen die betreffenden Schichtensysteme te grosse petrographische Aehnlichkeit mit solchen der eigentlichen Steinlenformation.

Bei Salhausen unweit Oschatz besteht die unterste Etage des Rothliegenden in ner Mächtigkeit von vielen hundert Fuss aus grauen, sehr feinen und compacten, n der Luft zerbröckelnden Schieferthonen, welche oft reich an verkohlten Pflanentheilen sind. Auch bei Stenn, westlich von Zwickau, bilden hellgraue Schieerthone und gleichfarbige Sandsteine die tiefsten Schichten des Rothliegenden. Bei Lugau und Grüna, zwischen Chemnitz und Zwickau, sind in der unteren Etage des Rothliegenden mächtige Einlagerungen von grauem Schieferthone nachgewiesen worden. Am Thüringer Walde umschliesst das Rothliegende oberhalb Finsterberge und bei Tambach untergeordnete Lager von schwarzem Schieferthon, und einige der Kalksteinlager im Rothliegenden Niederschlesiens werden nach v. Carnall von wahren grauen Schieferthonen begleitet.

§. 368. *Porphyrpsephite, Porphyrpsammite und Thonsteine.*

Da die Porphyre und Melaphyre vielfältig in die Bildungsräume des Rothenden eingegriffen haben, während dasselbe noch in seiner Entwickelung riffen war, so werden sie gleichfalls mancherlei Material zu diesem Gliede r permischen Formation geliefert haben. Dahin gehören besonders die Poryr-Breccien und Conglomerate, die Porphyrpsammite und die Thonsteine r Felsittuffe.

Die **Porphyrbreccien**, welche auch bisweilen unter dem Namen der **Trümmerporphyre** aufgeführt werden, bestehen in ihrer einfachsten Form s eckigen Fragmenten **einer und derselben** Porphyr-Varietät, welche rch ein, aus **gleichartiger** Masse bestehendes Cäment zu einem sehr fen Gesteine verbunden sind, dessen klastische Natur man oft erst bei der innenden Verwitterung recht deutlich zu erkennen vermag. Dergleichen ogene Breccien sind gewöhnlich **gar nicht** oder sehr **undeutlich** gehichtet, stehen meist nach gewissen Richtungen hin mit **stetig** ausgedehnr Porphyr-Ablagerungen derselben Art in einem unmittelbaren Zusammenge, und lassen sich nur als zertrümmerte und, durch eingedrungene Poryrmasse wiederum verkittete Theile, als Ausläufer oder Umhüllungen dieser

Ablagerungen betrachten, von welchen sie eigentlich gar nicht getrennt werden können. Sie sind eruptive Reibungsbreccien, entstanden durch die Contusion und Zerstückelung bereits erstarrter Porphyrmasse, und durch Einwickelung der so gebildeten Fragmente in noch zähflüssige Masse, in aller Hinsicht vergleichbar jenen trachytischen Breccien, wie sie am Cantal und in anderen Gegenden vorkommen (I, 673). Auf ähnliche Weise sind auch diejenigen Porphyrbreccien zu beurtheilen, in welchen die Fragmente und der sie umschliessende Taig zweien verschiedenen Porphyr-Arten angehören. auch sie dürften noch den eruptiven Gebilden beizurechnen sein.

Allein an diese Breccien schliessen sich andere Gesteine an, in welchen gleichartige oder verschiedenartige, oft mehr oder weniger zu Geschieben und selbst zu Geröllen abgerundete Porphyr- und Thonsteinfragmente durch feineren Porphyrschutt, durch Thonstein, oder durch sandigen Schieferletten verbunden sind, während sich zugleich eine sehr deutliche und regelmässige Schichtung zu erkennen giebt. Solche Porphyrbreccien und Porphyrconglomerate, welche schon ganz entschieden den Charakter sedimentärer Bildungen an sich tragen, kommen in einigen Territorien des Rothliegenden sehr ausgezeichnet vor, theils als monogene, theils als polygene Conglomerate, indem es oft verschiedene Porphyre und Thonsteine sind, welche die Fragmente geliefert haben, oder indem sich den Porphyrgeschieben auch mehr oder weniger zahlreiche Fragmente anderer Gesteine beigesellten, weshalb denn diese geschichteten Porphyrbreccien bisweilen ein sehr buntscheckiges Ansehen gewinnen.

Aus den Breccien dieser Art entwickeln sich nun, durch immer zunehmende Verkleinerung der Fragmente, die Porphyrpsammite, meist von rothen oder blaulichen, gelben oder grünlichen Farben, und durch das Vorwalten des porphyrischen oder felsitischen Schuttes, durch die Seltenheit des Quarzsandes von den gewöhnlichen rothen oder buntfarbigen Sandsteinen leicht zu unterscheiden.

Die ganz feinen und homogenen Schliche porphyrischer und felsitischer Gesteine sind es endlich, welche die Felsittuffe oder Thonsteine geliefert haben, deren Schilderung im ersten Bande S. 671 f. gegeben worden ist, und welche namentlich in vielen Territorien des Rothliegenden eine sehr wichtige Rolle spielen. Es scheint, dass viele dieser Thonsteine als schlammartige Massen aus dem Innern der Erde ausgestossen, und dann vom Wasser bearbeitet und in Schichten ausgebreitet worden sind, während andere ihr Material durch die an der Erdoberfläche bewirkte Zerreibung und Zersetzung porphyrischer Gesteine erhalten haben mögen. Sie sind übrigens diejenigen Gesteine des Rothliegenden, in welchen besonders häufig Pflanzenreste gefunden werden, die wohl in allen Fällen nur als eingeschwemmte Pflanzentheile zu betrachten sind.

Da sich diese Pflanzenreste, sofern sie Stammtheile sind, fast immer im verkieselten Zustande befinden, da die Thonsteine selbst bisweilen sehr hart und mit Kieselerde imprägnirt oder mit Quarzkörnern versehen sind, da sie. eben

so wie die geschichteten Porphyrbreccien, nicht selten Nester und Trümer von Hornstein, Chalcedon, Achat, oder auch (wie bei Mutzschen in Sachsen) Geoden mit Achat und Quarzkrystallen umschliessen, so ist wohl anzunehmen, dass die Gewässer, von welchen das Material aller dieser Gesteine zusammengeschwemmt wurde, mehr oder weniger Kieselerde aufgelöst enthielten, durch welche jene Verkieselungen und diese Bildungen kieseliger Mineralien bewirkt worden sind.

§. 369. *Kalkstein, Dolomit, Brandschiefer, Steinkohle und Erze.*

Das Rothliegende Teutschlands beherbergt nicht selten ziemlich ausgedehnte, wenn auch nicht gerade sehr mächtige Lager von Kalkstein, welche bisweilen eine dolomitähnliche Beschaffenheit besitzen; es ist ferner in vielen Gegenden, zumal in seinen obersten Schichten, als eine erzführende Formation ausgebildet; und es umschliesst endlich hier und da in seinen tiefsten Etagen untergeordnete Schichtensysteme mit Flötzen von Brandschiefer oder auch von Steinkohle.

Die dem Rothliegenden untergeordneten Kalksteine sind meist dicht, grau, besonders röthlichgrau oder roth, dünnschichtig und gewöhnlich ganz frei von organischen Ueberresten. Sie bilden theils stetig fortsetzende Lager, theils nur lagerartig ausgedehnte Systeme von Nieren. Andere Kalksteine sind dunkelgrau bis schwarz, dickschieferig und reich an Bitumen, erscheinen daher als bituminöse Mergelschiefer, enthalten nicht selten Pflanzenabdrücke oder Ueberreste von Fischen, bisweilen auch Kupfererze oder andere Erze, und besitzen dann eine grosse Aehnlichkeit mit dem Kupferschiefer der Zechsteinformation. Manche dieser Kalksteine sind so reich an kohlensaurer Magnesia, dass sie als Dolomite bezeichnet werden können.

Das Rothliegende des Erzgebirgischen Bassins in Sachsen enthält bei Rottluff und Grüna unweit Chemnitz, sowie zwischen Zwickau und Reinsdorf unbedeutende Lager eines dichten Kalksteins, in Langenbernsdorf aber, auf dem linken Ufer der Mulde, ein Dolomitlager. — In der Nähe des Harzes umschliesst nach Hoffmann die mittlere, aus Schieferletten und Thonstein bestehende Gruppe des Rothliegenden kleine, 3 bis 5 F. mächtige Kalksteinlager, oder auch lagerartig gruppirte linsenförmige Kalkstein-Nieren. Dieser Kalkstein ist theils blaulichgrau, theils roth, sehr fest, dicht bis feinkörnig, oft dolomitisch, auch mergelig oder stinksteinähnlich, und besonders schön bei Dobitz und bei Rothenburg an der Saale zu beobachten. Freiesleben giebt auch im Mansfeldischen, wie z. B. bei Vatterode und Wimmelrode, Schichten eines dichten, grünlich- und röthlichgrauen oder röthlichbraunen, sehr festen, feinsplittrigen Kalksteins an, welche nach Plümicke (Karstens und v. Dechens Archiv, 18, 1845, S. 145) dort gleichfalls der mittleren Etage des Rothliegenden angehören.

Besonders im Königgrätzer Kreise in Böhmen und in dem angränzenden Schlesien sind mehre Kalksteinlager des Rothliegenden schon länger bekannt, weil sie z. Th. Ueberreste von Pflanzen und Fischen enthalten; sie treten vorzüglich in zwei Zügen auf, deren einer von Wünschelburg über Braunau nach Friedland, der andere von Nachod über Eipel und Trautenau bis gegen Schömberg verläuft. Bei Ruppersdorf und Hauptmannsdorf (nordwestlich unweit Braunau in Böhmen) ist der Kalkstein röthlichgrau, dünnplattenförmig und mit Fischabdrücken versehen, enthält auch Knollen von Hornstein; bei Ottendorf (südöstlich von Brau-

nau) dagegen ist er schwärzlichgrau und rauchgrau, geht in graulichschwarze Schieferthon mit *Neuropteris conferta*, Lycopoditen und anderen Pflanzenreste über, und enthält bisweilen gleichfalls schöne, schwarze, glänzende Abdrück von *Palaeoniscus*. Bei Saugwitz unweit Eipel findet sich nicht nur ein röthlich grauer, mit vielen Quarzkörnern erfüllter Kalkstein, sondern auch bräunlich schwarzer, bituminöser Mergelschiefer, welcher Kupferkies und Bleiglanz, auch schmale Trümer und rundliche Partieen von Erdpech, Fischabdrücke und Pflanzenreste enthält. Dagegen besteht der, über 3 Meilen lange Kalksteinzug, welcher von Wernersdorf über Wünschelburg nach Seifersdorf läuft, aus dichtem, röthlichgrauem Kalkstein ohne Fossilien.

Bei Albendorf (unweit Schömberg in Schlesien) liegen zwei, 7 bis 10 F. mächtige Lager eines harten körnigen Dolomites im rothen Sandsteine; eben so ist das, bis 3 und 4 Lachter mächtige und auf 800 Lachter weit entblöste Lager von Trautliebersdorf ein sehr dolomitischer Kalkstein, reich an Kalkspathdrusen und grauen Hornstein-Nieren. Bituminöse Mergelschiefer mit Koprolithen und Fischresten kommen nach F. Römer bei Klein-Neundorf unweit Löwenberg in Schlesien, nach Girard auch in Böhmen bei Hohenelbe im Bidschower Kreise vor, und noch im südlichsten Theile des Königgrätzer Kreises, bei Zampach, enthält das Rothliegende nach Reuss viele Schichten eines dichten, röthlichbraunen, dunkelgrau gefleckten Kalksteins, welcher reich an Adern und Drusen von Kalkspath ist. Glocker fand bei Wiseck unfern Lettowitz in Mähren bituminöse Mergelschiefer mit sehr schön erhaltenen Pflanzen-Abdrücken.

Brandschiefer von recht ausgezeichneter Beschaffenheit ist in der unteren Etage des Rothliegenden mehrorts bekannt; es wird gewöhnlich von grauen Schieferthonen und Sandsteinen begleitet, und bildet bald schmale, bald recht mächtige Flötze, welche wegen ihrer organischen Ueberreste, sowie wegen der Brennbarkeit und des Oelgehaltes und Phosphorsäuregehaltes ihres Materiales mehr Aufmerksamkeit verdienen, als ihnen gewöhnlich zu Theil wird.

So hat man bei Salhausen, unweit Oschatz in Sachsen, in der dortigen unteren Etage des Rothliegenden 6 bis 7 Brandschieferflötze kennen gelernt, von denen das bedeutendste 18 Fuss mächtig ist; in diesem Brandschiefer kommen Ueberreste von Fischen, Koprolithen und eine, der *Posidonomya minuta* an Gestalt und Grösse sehr nahe kommende *Cypris* vor, welche letztere oft in ganz ausserordentlicher Menge angehäuft ist. Die Fische sind nach Beyrich *Xenacanthus Decheni*, *Holacanthodes gracilis* und ein *Amblypterus*; die Koprolithen, in denen sich bisweilen Fischschuppen finden, mögen wohl von einem Saurier abstammen. Ausserdem kommen selten Pflanzenabdrücke vor, welche gewöhnlich nicht schwarz, sondern aschgrau erscheinen, und ganz entschieden von Landpflanzen abstammen. Auch bei Grüna unweit Chemnitz sind in der unteren Etage des Rothliegenden, zwischen hellgrauen thonigen Sandsteinen, ein paar Brandschieferflötze nachgewiesen worden. Nach Beyrich kommen in Böhmen, zwischen Trautenau und Hohenelbe, ähnliche Brandschiefer mit denselben Fischen vor. Berichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissensch. 1845, S. 25 f. Bei Oslawan in Mähren wird nach v. Hauer die Steinkohlenformation von rothem Sandsteine bedeckt, welcher dem Rothliegenden angehört und drei Brandschieferflötze umschliesst. Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. 1850, S. 160.

Ob die fischreichen Brandschiefer von Autun und Muse in Frankreich, welche den Oschatzer Schiefern ganz ähnlich zu sein scheinen, und in denen Michelin gleichfalls die posidonomya-ähnlichen Schalen fand, welche von d'Orbigny und

Landriot für Cypris erklärt worden sind (*Bull. de la soc. géol 2. série, VI,* 90 und *VII,* 33), der carbonischen oder der permischen Formation zuzurechnen sind, diess ist in neuerer Zeit wieder ein Gegenstand der Discussion geworden, obgleich sich die *société géologique* früher ganz entschieden dahin erklärt hatte, dass sie solche ein Glied der Steinkohlenformation anerkenne. Auch die von Bronn aus dem Murgthale beschriebenen schwarzen Schiefer (Neues Jahrbuch, 1850, S. 577) mögen wohl noch dem Rothliegenden angehören; sie enthalten die an *Posidonomya* erinnernden Schalen in solcher Menge, dass die Spaltungsflächen oft ganz bedeckt ...en sind, gerade wie diess mit dem Oschatzer Brandschiefer der Fall ist.

Steinkohlen sind aus dem Bereiche des Rothliegenden keineswegs ...ich ausgeschlossen, obwohl sie niemals die Bedeutung und Wichtigkeit ...gen dürften, wie in der carbonischen Formation. Die unteren Etagen des ...schen Rothliegenden umschliessen nicht selten kleine Schichtensysteme von ...em Sandstein, Schieferthon und Kohlenflötzen, welche sich nur durch ihre ...chiedene Einlagerung im Rothliegenden und durch den specifischen Cha...ter ihrer Pflanzenreste von den gleichnamigen Gesteinen der eigentlichen ...kohlenformation unterscheiden lassen.

Dergleichen unbedeutende kohlenführende Einlagerungen kennt man z. B. in Sachsen bei Grüna und Oberlungwitz, wo ein 2 bis 3 Fuss mächtiges, bei Hilbersdorf unweit Chemnitz, wo ein fast fussmächtiges Kohlenflötz, und bei Mutzschede. unweit Wechselburg, wo eine noch schwächere Kohlenlage gefunden worden ist. Am Thüringer Walde, und vielleicht auch in den Umgebungen des Harzes mögen mehrorts ähnliche Einlagerungen vorkommen, die jedoch nach Credner mit der eigentlichen Steinkohlenformation nicht verwechselt werden dürfen, »welche am Thüringer Walde vom Rothliegenden getrennt und als eine selbständige untere Gruppe unter demselben angeführt werden muss.« Uebers. der geogn. Verhältnisse Thüringens und des Harzes, 1843, S. 71, auch Senft, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. X, S. 320. Nach Reuss enthält das Rothliegende Böhmens, im Rakonitzer Kreise, eine Einlagerung von grauem Schieferthon und weissem Sandsteine mit einem 2 Fuss starken Kohlenflötze, welches bei Kaunowa, Mutiegowitz u. a. O. abgebaut wird; ja, bei Krauczow baut man sogar drei Flötze ab, von denen zwei 3 Fuss stark sind, während das dritte bis $4^1/_2$ Fuss Mächtigkeit erlangt. Alle diese Flötze werden unmittelbar von fischreichem Brandschiefer bedeckt, in welchem namentlich die Ueberreste von *Xenacanthus, Acanthodes gracilis* und *Palaeoniscus* sehr häufig vorkommen. Sitzungsber. der kais. Ak. der Wissensch. in Wien, B. 29, S. 148 ff. — Dass übrigens die Sandsteine der permischen Formation auch in anderen Ländern Steinkohlenflötze beherbergen, dafür liefern die Gegend von Bielebéi im Gouvernement Orenburg, und noch auffallender die Gegenden von Litry und Plessis in Frankreich Belege, indem Austen es sehr wahrscheinlich gemacht hat, dass diese beiden französischen Kohlenbassins nicht der carbonischen, sondern der permischen Formation angehören; (*Quart. Journ. of the géol. soc. II,* 1846, 1 f.). Al. Brongniart hatte dieselbe Ansicht schon vor längerer Zeit ausgesprochen; (die Gebirgsformationen der Erdrinde, übers. von Kleinschrod, 1830, S. 274). Dagegen erklärt Geinitz das kohlenführende Schichtensystem von Litry für ächt carbonisch. Bei West-Bromwich in Staffordshire ist der Formation des Rothliegenden ein 19 Fuss mächtiges Schichtensystem von grauem Schieferthon und Sandstein eingelagert, in dem ein zehnzölliges Kohlenflötz liegt; (*Jukes,* in *Records of the school of mines, I,* 1853 *p.* 160). Auch die Kohlenausstriche, welche in England zwischen Aukerdine und den Ridgehills (der südlichen Fortsetzung der Abberley Hills) unter den Conglomeraten des Rothliegenden

hervortreten, scheinen, nach der von Phillips gegebenen Beschreibung, der pe mischen Formation anzugehören. *Memoirs of the geol. survey of Great Brit. vol. I p. I*, 1848, *p.* 150. Wenn die rothe Sandsteinbildung, welche Kudernatsch a dem Banate beschreibt, dem Rothliegenden entspricht, so würde auch dort d untere Etage dieser Formation durch das Vorkommen eines Kohlenflötzes ausg zeichnet sein, welches bei Goruja 3 Fuss mächtig ist und ausgebeutet wir Sitzungsber. d. kais. Ak. d. Wissensch. in Wien, B. 23, 1857, S. 87.

Die Erzführung des Rothliegenden besteht vorzugsweise in Kupfer erzen, und es ist eine sehr beachtenswerthe Erscheinung, dass gerade d permische Formation in so vielen Gegenden ihres Vorkommens mit derartig Erzen gesegnet ist. In Teutschland sind sie zwar hauptsächlich an die unter sten Schichten der Zechsteinbildung gewiesen; allein auch die obersten Schich ten des Rothliegenden, als die unmittelbaren Träger des Zechsteins, sind häu fig mit Kupfererzen imprägnirt, dabei ihrer rothen Farbe beraubt, nicht selte bituminös und überhaupt als sogenanntes Weissliegendes oder Grauliegende ausgebildet. Diess beweist wohl, dass sich die durch Mineralquellen gelieferten Kupfersolutionen, aus welchen diese Erze gebildet wurden, besonders nach der Vollendung des Rothliegenden, auf dem Grunde derjenigen Meeres-Regionen ausbreiteten, in denen die Zechsteinbildung zur Entwickelung gelangte. Indessen sind auch in den tieferen Schichten des Rothliegenden Kupfererze bekannt, wie z. B. bei Zwickau in Sachsen gediegenes Kupfer in einer Thonsteinschicht der unteren Etage, und andere Kupfererze in den bituminösen Mergelschiefern von Hermannsseifen, Eipel und Saugwitz, sowie in den Sandsteinen von Böhmischbrod, Kaurzim, Radowenz und Liebstadtl in Böhmen. — Eine ganz besondere Wichtigkeit erlangen die Kupfererze in den Sandsteinen der permischen Formation Russlands und Nordamerikas.

Da das Eisenoxyd als Pigment in den meisten Gesteinen des Rothliegenden vorhanden ist, so lässt sich auch erwarten, dass selbiges hier und da in selbständigen Ablagerungen auftreten wird; und in der That sind kleine Lager oder Stöcke von Rotheisenerz und Röthel bereits in mehren Gegenden Teutschlands nachgewiesen worden.

Ueber das Vorkommen der Kupfererze bei Böhmischbrod gab zuerst Reuss sehr lehrreiche Mittheilungen im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, aus denen sich ergiebt, dass die Erze (Malachit und Azurit) im Sandsteine sehr ungleichmässig vertheilt, oft aber in bestimmten Zonen concentrirt sind, auch Steinkerne von Pflanzenstämmen imprägniren, und überhaupt eine grosse Analogie mit dem Vorkommen in dem permischen Sandsteine auf der Westseite des Urals zeigen. B. III S. 96 ff. Nach Porth finden sich die Erze besonders in den porösen und weichen Sandsteinschichten, zumal auf Klüften und Schichtungsfugen, woraus er mit Recht folgert, dass die Einführung der Erze erst nach der Bildung und Verfestung des Gesteins Statt gefunden habe. Besonders interessant ist das von Zippe beschriebene Vorkommen von Kostialow-Oels bei Liebstadtl im Jizschiner Kreise, wo die Kupfererze (Kupferglanz, Malachit und Azurit) nicht nur im Schieferthone zerstreut sind, sondern auch Calamitenstämme imprägnirt und überzogen haben, gerade so, wie diess im Kupfersandsteine Russlands der Fall ist. Sitzungsber. der kais. Ak. der Wiss. in Wien, B. 28, 1858, S. 192 ff.

Das Weissliegende und Grauliegende, diese obersten und oft fast allein vorhandenen Schichten des Rothliegenden, welche Freiesleben mit der Zechsteinbildung vereinigen zu müssen glaubte, während sie Voigt nur als die letzten Glieder und, sofern sie erzführend sind, als die metallhaltende Oberfläche des Rothliegenden betrachtete, womit auch v. Veltheim, Hoffmann, Plümicke u. A. übereinstimmen: dieses Weissliegende ist in manchen Gegenden von oben herein bis mehre Zoll tief mit Erzen durchdrungen, und bildet dann die sogenannten Sanderze. Vorwaltend ist Kupferkies, welcher meist eingesprengt, selten in dünnen Lagen oder als Spiegel vorkommt; ausserdem erscheinen noch Kupferglanz, Buntkupfererz, Eisenkies, sowie bisweilen Rothnickelkies, Bleiglanz und gediegenes Kupfer; Kupferlasur und Malachit finden sich nur nahe am Ausgehenden. Diese Sanderze erlangen zumal bei Sangerhausen einige Wichtigkeit, wo sie den Hauptgegenstand des Bergbaues bilden.

Zwischen Hettstädt und Burgörner kommen nach Freiesleben in weissen Sandsteinschichten kleine Stöcke von Rotheisenerz vor, welches als dichtes und ockriges Erz, zum Theil auch als feinkörniges Glanzeisenerz und Eisenglimmer ausgebildet ist. In der unteren, wesentlich aus arkosähnlichen Sandsteinen bestehenden Etage des Rothliegenden an der Südseite des Hunsrück finden sich nach Warmholz zwischen Dautweiler und Sellbach Lager von Röthel oder Rotheisenocker, die mehre Fuss mächtig sind, aber nur selten mehre Lachter weit fortsetzen, daher eigentlich flache ellipsoidische Stöcke bilden, welche bald nahe beisammen, bald mehr vereinzelt, zuweilen auch mehrfach über einander vorkommen. Auch bei Thelei sind, wie bereits Schmidt erwähnte, Röthellager unter ähnlichen Verhältnissen gefunden worden. — In West-Somerset und Devonshire beherbergen nach De-la-Beche die tiefsten Schichten des Rothliegenden stellenweise einen grossen Reichthum von Rotheisenerz.

§. 370. *Zusammensetzung und Gliederung des Rothliegenden.*

Bisweilen erscheint das teutsche Rothliegende nur als ein sehr unbedeutendes Schichtensystem, gleichsam nur als ein Rudiment, als ein schwacher Vertreter des einen Hauptgliedes der permischen Formation. Dann zeigt es auch gewöhnlich eine sehr einförmige Zusammensetzung aus Sandstein oder kleinkörnigem Conglomerat, welche da, wo sie von der Zechsteinbildung überlagert werden, als Grauliegendes oder Weissliegendes ausgebildet sind. Es giebt sogar bedeutende Territorien der Zechsteinbildung, in welchen das Rothliegende gänzlich vermisst wird, und die tiefsten Schichten des Zechsteins den älteren Formationen unmittelbar aufgelagert sind; was einestheils auf ein weites Uebergreifen des Zechsteins aus dem Gebiete des Rothliegenden in das Gebiet der angränzenden älteren Formationen, anderntheils auf eine gänzliche Abwesenheit des Rothliegenden schliessen lässt. Solche Vorkommnisse beweisen wenigstens, dass das Rothliegende nicht überall als ein selbständiges und bedeutsames Glied der permischen Formation zur Ausbildung gelangte.

So ist z. B. bei Stadtberg in Westphalen das Weissliegende nur stellenweise, als eine 1 bis 2 Fuss mächtige Schicht nachgewiesen worden, während dasselbe nach Buff und v. Dechen dort grösstentheils fehlt; eben so verhält es sich weiter südlich bei Thalitter. Das Gebirge in Rheinl. Westph. II, 139 und 166. Bei Bieber ist die Bildung des Rothliegenden nach v. Oeynhausen und Klipstein nur auf Grauliegendes beschränkt, welches mit einer sehr wechselnden Mächtigkeit von weni-

gen Fuss bis zu einigen Lachtern unter dem dortigen Zechsteine ansteht, die V
tiefungen des Glimmerschiefers ausfüllt, und sogar stellenweise gänzlich verm
wird. Unter ganz ähnlichen Verhältnissen erscheint das Rothliegende als eine
2 bis 20 Fuss mächtige Ablagerung unter dem Zechsteine der Gegend von Asch
fenburg. Kittel, Skizze der geogn. Verh. der Umgegend v. Aschaff. S. 42. A
bei Gross-Camsdorf in Thüringen ist das Rothliegende nur als Grauliegendes in
ringer Mächtigkeit vorhanden, während es weiter nach Osten im ganzen Neustäd
Kreise bis gegen Weyda hin fehlt, weshalb dort die Zechsteinbildung dem Ueb
gangsgebirge unmittelbar aufliegt. Eben so wird nach Hundeshagen das Rothl
gende bei Allendorf in Hessen unter dem Zechsteine gänzlich vermisst, welc
dort gleichfalls dem Thonschiefer und der Grauwacke unmittelbar aufgelagert i
Leonhards Min. Taschenb. 1817, S. 3.

Wo aber das Rothliegende unter der Zechsteinbildung zu einer mäch tigen Entwickelung gelangt ist, wie in den Umgebungen des Harzes und d Thüringer Waldes, oder wo dasselbe, in noch grösserer Selbständigkeit, ga allein und ausser aller Gemeinschaft mit dem zweiten Hauptgliede der pe mischen Formation auftritt, wie in Böhmen und im Döhlener Bassin in Sac sen, da lässt es gewöhnlich eine grössere Manchfaltigkeit der Gesteine erken nen; da sind es besonders Conglomerate, Sandsteine, Schieferletten u Thonsteine, welche als die vorherrschenden Gesteine unterschieden we den können, indem sie theils gesondert in verschiedene Etagen, theils ve bunden in vielfältiger Wechsellagerung auftreten. Die Kalksteine oder Dol mite, die Schieferthone, Brandschiefer und Steinkohlen sind nur als sehr u tergeordnete, hier und da vorkommende und oft gänzlich fehlende Formations glieder zu betrachten, was auch bisweilen von den Thonsteinen gilt, obglei solche in vielen Fällen eine recht bedeutsame Rolle spielen.

Die weiteren Unterschiede in der Zusammensetzung des Rothliegenden be ruhen besonders darauf, ob die Conglomerate, Breccien und Sandsteine ih Material mehr von porphyrischen, oder von anderen Gesteinen bezogen haben, indem diess einen ziemlich verschiedenen petrographischen Habitu begründet; einen ähnlichen Einfluss übt auch der Umstand aus, ob die Con glomerate, oder die Sandsteine, oder die Schieferletten, oder, allgemein ausgedrückt, ob die psephitischen, die psammitischen, oder die pe litischen Gesteine sehr vorwaltend vorhanden sind. Endlich üben no die verschiedenen eruptiven Gebilde, welche dem Rothliegenden so häu fig eingeschaltet sind, also die Lager und Decken von Porphyr oder Mela phyr, einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung und Gliederun der ganzen Formations-Abtheilung aus.

Obgleich nun die verschiedenen Gesteine des Rothliegenden gar häufig in nerhalb bestimmter Etagen zusammengehalten sind, so lässt sich doch kein allgemeines Gesetz ihrer Aufeinanderfolge, und folglich auch keine all gemeine Regel für die Gliederung der ganzen Bildung aufstellen. Eine be stimmte Gliederung, eine gesetzmässige Reihenfolge gewisser petrographisch verschiedener Etagen findet für das Rothliegende nur innerhalb einzelner Bildungsräume, und keinesweges gleichmässig über grössere

...striche Statt. So lassen sich z. B. für das Rothliegende des Erzgebirgi-...en Bassins, des Thüringer Waldes, der Umgebungen des Harzes gewisse ...eln nachweisen, denen im Allgemeinen die Aufeinanderfolge seiner Massen ...terworfen ist; allein im Erzgebirge ist diese Folge eine andere, als am Thü-...er Walde, und dort wiederum eine andere, als am Harze, so dass man ... in **einer** Gegend erkannte Gliederung durchaus nicht ohne Weiteres auf ... **andere** Gegend übertragen kann.

Ueberhaupt zeigt das Rothliegende, obgleich es ungefähr zu derselben Zeit ... sehr vielen Bildungsräumen zur Entwickelung gelangt ist, doch insofern den ...rakter einer **localen** und auf **einzelne Regionen beschränkten** ...iung, wiefern die Beschaffenheit seiner Gesteine, die Aufeinanderfolge sei-...r Glieder, und die Stellung der eingeschalteten plutonischen Gesteins-Ab-...rungen von einer Gegend zur anderen grösseren und geringeren Wechseln ...erworfen sind.

Eine solche auffallende Gleichförmigkeit der Gliederung, wie sie z. B. der Mu-...helkalk oder die Kreideformation über weit ausgedehnte Landstriche wahrneh-...men lässt, findet sich also im Rothliegenden nicht; was übrigens auch eine sehr ...türliche Folge der verschiedenen Bedingungen ist, welche bei der Entwickelung ...der einen und der anderen Bildung gewaltet haben. Denn während sich der Mu-...helkalk oder die Kreide auf dem Grunde grosser Meeresbassins, unter fast gleich-...leibenden Umständen, aus einem und demselben Materiale ausbildeten, so ging ...die Bildung des Rothliegenden mehr von Bassins und von Küsten des Festlandes ...us, erfolgte hier aus diesen, dort aus jenen Materialien, und unter Mitwirkung ...von mancherlei porphyrischen Bildungen, vor, während und nach deren Eruption ...ene heftigen Bewegungen der Gewässer Statt gefunden haben mögen, durch ...welche seine oft so mächtigen Conglomerat- und Sandsteinmassen zusammenge-...häuthet worden sind.

Die verschiedene Ausbildung des Rothliegenden überhaupt, und die inner-...b verschiedener Bildungsräume obwaltende Verschiedenheit seiner Gliede-...ung insbesondere dürften durch einige Beispiele zu erläutern sein; als solche ...wählen wir zunächst die drei, im Königreiche Sachsen bekannten Territorien ...des Rothliegenden, weil sie nach ihrer Gliederung ziemlich genau erforscht, ...und dabei so verschiedentlich zusammengesetzt sind, dass sie uns recht auffal-...lende Belege für die Eigenthümlichkeit der Entwickelung liefern, welche das ...thliegende in verschiedenen, wenn auch nahe bei einander gelegenen Bil-...dungsräumen zu zeigen pflegt. Es sind diess die drei Territorien des Erzge-...birgischen, des Döhlener und des Oschatz-Frohburger Bassins.

I. Rothliegendes im Erzgebirgischen Bassin.

Das **Erzgebirgische Bassin** wird fast in seiner ganzen Ausdehnung, von Hainichen bis Werdau, auf eine Länge von mehr als 9 Meilen, bei einer beständig zunehmenden, und zuletzt im Muldenthale weit über 2 Meilen betragenden Breite, von einer Ablagerung des Rothliegenden erfüllt, welche jenseits der Mulde, über Werdau, Crimmitzschau, Altenburg und Gera mit denen in Thüringen verbreiteten Ablagerungen derselben Formation zusammenhängt, und in der Mitte des Bassins, bei Lichtenstein, gewiss eine Mächtigkeit von 1600 Fuss erlangt, wie sich

theils aus ihren Schichtungsverhältnissen im Querschnitte des Muldenthales, theils aus der relativen Höhe ihrer Berge über dem Muldenspiegel erschliessen lässt.

Ausser den grauen und weissen Conglomeraten, Sandsteinen und Schieferletten, welche an vielen Puncten als die tiefsten Schichten des Erzgebirgischen Rothliegenden nachgewiesen worden sind, lässt dasselbe drei, durch ihre petrographische Beschaffenheit wie durch ihre Lagerung bestimmte Abtheilungen unterscheiden, von welchen jedoch die oberste nur in dem tieferen, westlichen Theile des Bassins, jenseits der Mulde, anzutreffen ist, weil sich das ganze Bassin von Osten nach Westen allmälig einsenkt; die beiden anderen Abtheilungen dagegen sind schon bei Chemnitz und Lichtenstein sehr vollständig entwickelt.

Die untere Abtheilung wird vorwaltend durch dunkelrothen, glimmerreichen Schieferletten, der bei Hainichen und Frankenberg oft viele Porphyrgeschiebe und Granulitfragmente enthält, durch thonige, weiche Sandsteine von theils rother theils grünlichweisser Farbe, durch ziemlich feste, kleinstückige Conglomerate von denselben Farben, sowie durch Einlagerungen von Thonstein charakterisirt, welche Gesteine häufig mit einander wechsellagern und dadurch sowie durch die Verschiedenheit ihrer Varietäten eine sehr scharfe und bestimmte Schichtung bedingen, in Folge welcher die Felswände oft schon aus der Ferne wie gebändert und gestreift erscheinen. Die Thonsteine sind besonders in den oberen Regionen des Bassins, bei Oberwiesa und Chemnitz, zu einer ganz ausserordentlichen Entwickelung gelangt, und werden daselbst im Zeisigwalde in sehr vielen und grossen Steinbrüchen als Bau- und Hausteine gewonnen. — Der beständige Wechsel der Gesteine, bei immer vorwaltend thoniger, aber doch noch consistenter Beschaffenheit derselben, und die sehr detaillirte und grell markirte Schichtung sind die hervorstechenden Eigenthümlichkeiten, welche die untere Abtheilung auch da noch erkennen lassen, wo keine Einlagerungen von Thonstein, und keine porphyrischen Massen vorhanden sind.

Die mittlere Abtheilung hat einen auffallend verschiedenen Charakter, obgleich sie nach unten durch Wechsellagerung und durch Gesteins-Uebergänge mit der vorhergehenden Abtheilung verbunden ist. Sie besteht wesentlich aus einem sehr einförmigen und einfarbigen Gesteine, welches sich als ein lockeres, durchaus nicht consistentes, sondern fast schüttiges, kleinstückiges Conglomerat bezeichnen lässt, gebildet aus sehr vielen, gewöhnlich nur nussgrossen Quarzgeschieben, aus mancherlei Schiefer- und aus Granulitfragmenten, welche in einem dunkelrothen, etwas thonigen Sande und Gruse stecken, der kaum einigen Zusammenhalt hat. Dieses Gestein lässt fast nur darin einige Abwechslung erkennen, dass die Geschiebe bald grösser bald kleiner, und bald sehr gedrängt, bald weniger häufig vorhanden sind. Durch diesen Wechsel in der Grösse und Quantität der Geschiebe, bisweilen auch durch eingeschaltete Lagen von Schieferletten wird eine mehr oder weniger deutliche Schichtung hervorgebracht, welche aber niemals so scharf ausgeprägt ist, wie jene der unteren Abtheilung. — Höchst einförmiger conglomeratartiger Habitus, lockere, fast schüttige Consistenz des Gesteins, und Mangel an scharfer Absonderung der Schichten sind daher die wesentlichen Merkmale dieser mittleren Abtheilung, welche in der Mitte des Erzgebirgischen Bassins, zwischen Chemnitz und dem Muldenthale, zu gewaltigen Bergmassen aufgeschüttet ist, und in den Bergen bei Lichtenstein und Oelsnitz gewiss eine Mächtigkeit von 500 bis 600 Fuss erreicht.

Der auffallende Contrast zwischen der unteren und mittleren Abtheilung lässt sich unter Anderem sehr schön an der Strasse von Lichtenstein nach St. Egidien, an der Chaussee zwischen Chemnitz und Neukirchen, sowie am rechten Muldenufer bei Zwickau beobachten, wo thalaufwärts die untere, thalabwärts sehr bald die mittlere Abtheilung entblöst ist.

In der Gegend zwischen Meerane und Glauchau ist dem mittleren Rothliegenden eine mächtige Schicht von schmutzig-gelbem und braunem, sehr eisenschüssigem z. Th. auch manganhaltigem Sandstein und Conglomerat eingeschaltet, welche eine bedeutende Verbreitung zu besitzen scheint, auch mehrorts bergmännische Versuche veranlasst hat, und deshalb einige Wichtigkeit erlangt, weil sie in der ausserdem so einförmigen Bildung einen bestimmten Horizont liefert.

Auf dem linken Ufer der Mulde entwickelt sich endlich aus dem mittleren das obere *Rothliegende*, indem die Geschiebe des vorher beschriebenen Conglomerates allmälig seltener werden, während sich zugleich die Grundmasse immer mehr mit rothem Letten anreichert. Dadurch bildet sich ein feinkörniger, thoniger, dunkelrother Sandstein aus, welcher anfangs noch einzelne Quarzkiesel umschliesst, bis auch diese verschwinden. Diese Etage ist z. B. zwischen Meerane und Grothenleithe zu beobachten, an welchem letzteren Orte die Schichten des Zechsteins beginnen.

Im Allgemeinen besitzt das untere Rothliegende die grösste Mächtigkeit, so dass es vielleicht zweckmässig sein dürfte, dasselbe in zwei Abtheilungen zu zerfällen, und in der Zusammensetzung des erzgebirgischen Rothliegenden überhaupt vier Abtheilungen anzunehmen, worüber fernere Untersuchungen entscheiden werden.

Was die Thonsteine, Porphyre und Melaphyre betrifft, so ist es erwiesen, dass solche im Erzgebirgischen Bassin der *unteren* Abtheilung des Rothliegenden eingeschaltet sind, bei deren Ausbildung die Thonsteine eine besonders wichtige Rolle gespielt haben. Die sehr bedeutenden Thonsteinmassen von Oberwiesa, Chemnitz und Ebersdorf liegen ganz entschieden auf Schichten des unteren Rothliegenden, und werden bei Gablenz und Hilbersdorf von braunem quarzführendem Felsitporphyr überlagert. Dieselben Verhältnisse wiederholen sich bei Wüstenbrand, Hohenstein und St. Egidien, wo die Porphyre überall Thonsteine zu ihrer unmittelbaren Unterlage haben. Die Melaphyre endlich sind den Porphyren vorausgegangen, von denen sie meist noch durch einige Schichten des Rothliegenden getrennt werden.

II. Rothliegendes im Oschatz-Frohburger Bassin.

Die *zweite* grössere, obwohl verhältnissmässig weit weniger entblösste Ablagerung des Rothliegenden ist diejenige des *Oschatz-Frohburger* Bassins. Sie steht von Frohburg aus nach Süden über Altenburg mit dem Rothliegenden des Erzgebirgischen Bassins, gegen Nordwesten aber, unter den Schichten der jüngeren Formationen, mit dem Rothliegenden Thüringens in stetigem Zusammenhange.

Dieses, im Allgemeinen von Nordosten nach Südwesten ausgedehnte Bassin*)

*) Der nordwestliche Rand desselben zieht fast geradlinig von Oschatz über Haubitz (bei Grimma) und Stockheim (bei Lausigk) gegen Lobstädt hin, während der östliche Rand mit einer noch sehr wenig bestimmten Begränzung von Kleinragwitz und Weida bei Oschatz nach Luttewitz, der südliche Rand aber von dort, bei Leissnig und Colditz vorbei über Rochlitz nach Rüdigsdorf läuft. Es ist im Ganzen ein Parallelbassin des Erzgebirgischen Bassins, mündet eben so wie dieses in den ehemaligen Thüringer Pontus und beherbergt die Formationen des Rothliegenden, des Porphyrs und Zechsteins. *Was* etwa noch in seiner Tiefe verborgen liegt, darüber wird man vielleicht künftig Aufschluss erhalten, wenn das Bedürfniss nach fossilen Brennstoffen es nöthig machen wird, auch solche Bassins des Rothliegenden gründlich zu untersuchen, in welchen über Tage keine Spur der Steinkohlenformation zu entdecken ist. Das durch ganz unerwartete elementare und sonstige Hindernisse verursachte Fehlschlagen der bei Oschatz ausgeführten Versuche liefert durchaus *keinen* Beweis gegen die Zulässigkeit der Ansicht, dass das Oschatz-Frohburger Bassin *weiter nach Westen* hin in seiner Tiefe eben sowohl die Steinkohlenformation verschliesse, wie das Erzgebirgische Bassin, wenn solche auch bei Salhausen und Limbach noch nicht zu existiren scheint.

ist besonders ausgezeichnet durch die sehr bedeutende Entwickelung, welche d
Porphyre in seinem Bereiche gewonnen haben, weshalb denn diese Gestei
bei weitem am häufigsten entblöst sind, und eine solche Ausdehnung und Mächtig
keit gewinnen, dass man über ihrer Ausbreitung die eigentlichen Gränzen des Ba
sins, und die hier und dort auftauchenden Massen des Rothliegenden gänzlich a
den Augen verlieren kann. Allein, wie bedeutend überall, und wie alleinherrschen
vielorts diese Porphyrbildung des Leipziger Kreises erscheinen mag, so ist es do
durch die bei Leissnig, Colditz, Wechselburg und Geithain vorliegenden Verhältnis
erwiesen, dass sie nur als eine mächtige und weit ausgedehnte Decke dem Rotl
liegenden eingelagert ist.

Das Rothliegende des Oschatz-Frohburger Bassins (oder des Leipziger Kreise
wird daher durch diese Porphyrdecke in zwei Etagen getrennt. Die untere Etag
lässt bei Rochlitz bunte Thonsteine, und darüber weisse und hellgraue Sandstein
erkennen, auf welche hellgelbe Thonsteine folgen, denen der Porphyr des Rochlitze
Berges ganz regelmässig und fast horizontal aufgelagert ist, wie diess in den Schluch
ten des Selgegrundes bei Wechselburg mit der grössten Evidenz beobachtet werde
kann. Dieser Porphyr breitet sich von dort aus nach Nordwesten über eine Meil
weit bis nach Niedergräfenhain aus. Bei der Kirche dieses Dorfes wird aber di
Porphyrdecke auf das Regelmässigste vou rothen Conglomeraten und Sandsteine
bedeckt, welche mit Schieferletten wechselnd fortsetzen, bis endlich die Schichte
des Zechsteins darüber folgen.

Auch bei Dölitzsch, westlich von Wechselburg, ist die Auflagerung der Por
phyrdecke auf der, aus rothem Sandstein, aus weissem und buntem Thonstein be
stehenden unteren Etage des Rothliegenden, und $^3/_4$ Meilen davon, bei Kolka, di
Ueberlagerung des Porphyrs durch die rothen Sandsteine und Conglomerate de
oberen Rothliegenden mit grosser Deutlichkeit zu beobachten.

An den Thonschiefer von Linda bei Rüdigsdorf, und an den Grauwackenschiefe
von Altenmörbitz lehnen sich zunächst rothe Schieferletten und Sandsteine; auf si
folgt der durch seine Pflanzenreste bekannte Rüdigsdorfer Thonstein, und dann de
Porphyr von Kohren, Gnandstein und Wolftitz, welcher wiederum bei letzteren
Orte von Thonstein (mit dem bekannten Bandjaspis), von rothem Sandstein un
Schieferletten bedeckt wird.

In der Gegend von Colditz kennt man nur die untere Etage des Rothliegenden
denn die Porphyre erlangen von dort aus über Grimma bis nach Wurzen eine solch
Ausdehnung und Mächtigkeit, dass die obere Etage des Rothliegenden in diesem
ganzen Landstriche gar nicht zur Ausbildung gelangt zu sein scheint; weshalb denn
auch das kleine Frohburg-Geithainer Zechsteinbassin und das kaum grössere Mügel
ner Zechsteinbassin durch die dazwischen ausgebreiteten Porphyre gänzlich abge
sondert werden. Auf der Südwestseite dieses letzteren Bassins treten zwische
Nauenhain und Queckhain geschichtete Thonsteine unter dem Porphyre hervor
welcher letztere sich von dort über Kloster-Buch gegen Zaschwitz ausbreitet, abe
schon $^1/_4$ Meile vor letzterem Dorfe von rothem Sandstein und Schieferletten bedeck
wird, über welche sich bei Däbritz und Kiebitz der Zechstein legt. Nach allen die
sen Beobachtungen unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass die weit ausgedehnte
Porphyr-Ablagerung des Leipziger Kreises dem Rothliegenden des Oschatz-Frohbur
ger Bassins eingelagert ist, wie bedeutend sie auch, in der ganzen Breite von
Lausigk bis Hubertusburg, nach Norden über die Gränzen dieses Bassins hinaus-
greifen mag.

Bei Salhausen unweit Oschatz endlich ist die unterste Etage des Rothliegenden
als ein, gegen 800 Fuss mächtiges System von grauem Schieferthon und Sandstein,
mit untergeordneten Brandschieferflötzen erkannt worden, in welchem viele, zu
Steinkohle umgewandelte Pflanzenreste (besonders häufig *Walchia pinnata*, *W. pini-*

formis, Calamites giganteus, in den Brandschiefern auch Fischreste von *Xenacanthus Decheni* und *Acanthodes gracilis*) vorkommen, und dessen Schichten bis zu 60⁰ und drüber aufgerichtet sind, sich wahrscheinlich an den nördlich vorliegenden Porphyr anlehnen, während sie sich nach Süden bald horizontal legen, und in dieser Lage noch weiter südlich von roth gefärbten Schichten, und endlich vom Zechsteine bedeckt werden. Hier scheint also der Porphyr die unterste Etage des Rothliegenden erhoben und aufgerichtet zu haben, wovon bei Rochlitz und Wechselburg durchaus nichts zu beobachten ist.

Der Nachweis der Einlagerung einer, über 20 Quadratmeilen ausgedehnten Porphyrbildung im Rothliegenden dürfte diese etwas ausführliche Besprechung des Oschatz-Frohburger Bassins rechtfertigen.

III. Rothliegendes im Döhlener Bassin.

Ausser den beiden bisher beschriebenen Territorien des Rothliegenden tritt in Sachsen noch eine dritte, nicht unbedeutende Ablagerung in jenem Nebenbassin des Elbthales auf, welches von Wilsdruff über Potschappel und Kreischa bis nach Maxen zieht, und in seinen Tiefen die Döhlener Steinkohlenformation verschliesst. Das Rothliegende, grossentheils aus Thonsteinen und groben Conglomeraten bestehend, zeigt eine auffallend verschiedene Zusammensetzung, und wird namentlich durch die Porphyrbreccien und Porphyrpsammite auf eine, von den beiden vorherigen Territorien sehr abweichende Weise charakterisirt. Im Allgemeinen aber lässt es von unten nach oben folgende drei Hauptglieder unterscheiden:

a) Ueber der Steinkohlenformation liegt zunächst rother und bunter, dünnschichtiger und oft plattenförmiger Thonstein mit Schieferletten, wie solche zumal bei Döhlen, Ober- und Niederhermsdorf und Braunsdorf zu beobachten sind; ihre Lagerung ist, wenn auch nur wenig, so doch entschieden discordant gegen die unterliegende Kohlenformation.

b) Als zweites Glied folgt eine, aus verschiedenen Porphyr- und Thonsteinfragmenten bestehende, meist sehr buntscheckig erscheinende, geschichtete Porphyrbreccie, deren Fragmente durch feineren, theils psammitischen, theils pelitischen Porphyrschutt verkittet sind, welcher auch häufig selbständige Schichten von Porphyrpsammit und Thonstein bildet, die mit den Breccienschichten abwechseln; Windberg und die Berge zwischen Döhlen und Braunsdorf.

c) Das dritte Glied endlich erscheint als ein grobes, nach oben meist ganz lockeres und schüttiges, nach unten durch rothen thonigen Sandstein oder Schieferletten gebundenes Conglomerat, dessen faust- bis kopfgrosse Gerölle aus Gneiss und aus braunem Porphyr bestehen; indem das, nach unten oft sehr vorwaltende Cäment weiter aufwärts immer mehr zurücktritt, so erscheinen die obersten Schichten fast als lose, aus den genannten Geröllen aufgehäufte Schuttmassen. Eine nur wenig mächtige, aber ziemlich ausgedehnte Porphyrdecke beschliesst auf dem rechten Ufer der Weisseritz die Bildung des Rothliegenden.

Die Gesammt-Mächtigkeit dieser drei Glieder dürfte bei Döhlen auf 1000 Fuss, in der Gegend von Possendorf, und Kreischa aber, wo die Porphyrbreccien durch fortwährende Verfeinerung ihres Kornes fast gänzlich zu Porphyrpsammiten und Thonsteinen geworden sind, wenigstens auf 1200 Fuss zu veranschlagen sein.

Um unsern Lesern von der Entwickelung des Rothliegenden auch aus anderen Gegenden Teutschlands eine Vorstellung zu verschaffen, schalten wir noch eine kurze Betrachtung einiger derjenigen Territorien ein, welche am Harze, am Thüringer Walde, in Böhmen und in Baiern bekannt sind.

IV. Rothliegendes in den Umgebungen des Harzes.

Das Rothliegende aus der Umgegend des Harzes, wie solches nach v. Veltheim und Hoffmann zusammengesetzt sein soll, lässt nach dem letzteren ausgezeichneten Geologen drei Abtheilungen oder Gruppen unterscheiden.

Die untere Gruppe ist ganz besonders durch das Auftreten der Hornquarz Conglomerate charakterisirt, welche zumal zwischen Meisberg und Annrode zu beobachten sind, und unter welchen noch mehr oder weniger mächtige Ablagerungen von Sandstein, kleinkörnigen Breccien und Schieferletten liegen, welche mehrfach mit einander abwechseln.

Die mittlere Gruppe erscheint da, wo das Rothliegende überhaupt sehr entwickelt ist, als ein System von Sandstein, Breccien, Schieferletten und Thonstein, und ist vorzüglich ausgezeichnet durch das Vorkommen von untergeordneten Kalksteinen, welche theils kleine, 3 bis 5 Fuss mächtige Lager, theils reihenförmig gruppirte flache Nieren im Thonstein und Schieferletten bilden.

Die obere Gruppe hat eine ziemlich manchfaltige Zusammensetzung; obwohl gewöhnliche Sandsteine, Sandsteinschiefer und Schieferletten als herrschende Massen auftreten, so hebt Hoffmann doch noch folgende besondere Gesteine hervor:

a) Eckigkörniger Sandstein; Aggregat von krystallinischen Quarzkörnern, ja von deutlichen Quarzkrystallen, theils fein- theils grobkörnig, mit rothem thonigem oder mit weissem kaolinartigem Bindemittel, oft noch mit erkennbaren Feldspathkörnern, und Glimmer- oder Talkblättchen.

b) Rundkörniger Sandstein; roth und bunt gestreift, ausgezeichnet durch die Rundung und gleiche Grösse seiner hornsteinähnlichen Körner; er begleitet an vielen Orten das nächstfolgende Gestein.

c) Porphyrconglomerat; findet sich ganz oben, fast unter dem Weissliegenden, als eine meist nur 5 bis 6, selten (wie bei Wiederstädt) 50 Fuss mächtige Ablagerung; seine Porphyrgeschiebe sind oft ganz verschieden von denjenigen Porphyren, welche im Rothliegenden auftreten. Einige Schichten rothen Schieferlettens oder Sandsteins trennen dieses Conglomerat von

d) dem Weissliegenden, welches gewöhnlich 3 bis 4 Fuss mächtig ist.

Porphyre und Melaphyre sind auch in diesen Territorien des Rothliegenden mehrfach vorhanden, und werden stellenweise, wie bei Halle und Ilfeld so mächtig, dass sie fast alle übrigen Glieder der Formation verdrängen. Bei Ilfeld z. B. ist der Melaphyr meist regelmässig dem Rothliegenden eingelagert, welches durch ihn in zwei Etagen getrennt wird, deren obere von dem noch weit mehr verbreiteten Porphyrite überlagert ist; vergl. meine Abhandl. im Neuen Jahrb. für Min. 1860, S. 1 ff. Die grösste Mächtigkeit aber, welche das Rothliegende überhaupt im nordwestlichen Teutschland erreicht, veranschlagt Hoffmann auf 3400 Fuss. Uebers. der orogr. und geogn. Verh. des NW. Deutschland, 1830, S. 438 ff. und 571 ff.

V. Rothliegendes am Thüringer Walde.

In den Umgebungen des Thüringer Waldgebirges ist das Rothliegende sehr verbreitet, und auch dort, wie fast überall, mit Porphyren und Melaphyren verbunden. Am nördlichen Ende des Gebirges, bei Eisenach, da erlangt es eine Mächtigkeit von weit über 3000 Fuss, wie durch ein Bohrloch im Georgenthale dargethan worden ist, welches von der Thalsohle aus 2300 Fuss tief durch rothe Sandsteine und Conglomerate gestossen wurde. Murchison hat ein schönes Profil aus der Gegend von Eisenach über die Wartburg bis nach Eppichnellen mitgetheilt, aus welchem die Verhältnisse der ganzen dortigen permischen Formation sehr deutlich zu ersehen sind; (*Siluria*, 2. *ed. p.* 334). Eine genaue petrographische Schilderung der Gesteine, und eine übersichtliche Gliederung des Rothliegenden gab Senft in seiner

Abhandlung über das nordwestliche Ende des Thüringer Waldes (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. X, 319 ff.), aus welcher wir das Folgende entlehnen.

Die sämmtlichen, an der Wartburg bis 1288, am Hirschstein bis 1460 und am Wachstein bis 1500 F. hoch aufsteigenden Bergrücken der südlichen Umgebung Eisenach's, mit ihren grottesken Felsbildungen und schluchtigen Thälern, bestehen aus dem Rothliegenden, dessen hauptsächliche Gesteine die folgenden sind:

a) Conglomerate, und zwar theils Quarz-, theils Granit-, theils Porphyr-Conglomerate, je nachdem die in der braunrothen Grundmasse steckenden klastischen Elemente vorwaltend von Quarzgeröllen, oder von Granit- und Gneiss-Fragmenten, oder endlich von Porphyrstücken gebildet werden.

b) Sandsteine, und zwar theils rothe grobkörnige Sandsteine, welche mit dem Quarzconglomerat wechsellagern; theils rothe feinkörnige und glimmerreiche Sandsteine, die zwischen dem rothen Schieferthone, theils auch röthlichgraue bis schwärzlichgraue, feinkörnige Sandsteine, die zwischen dem grauen Schieferthone auftreten.

c) Schieferthone, und zwar theils rothbraune, mit grünen Flecken, oder Schieferletten, welche zwischen den Conglomeraten und rothen Sandsteinen erscheinen, theils graue, zum Theil bituminöse und kohlige Schieferthone, die in Begleitung der grauen Sandsteine vorkommen. Diese grauen Schieferthone enthalten von Pflanzenresten *Walchia piniformis, Hymenophyllites semialatus, Ullmannia Bronnii, Guilielmites permianus* und *Palaeophycus Hoëianus*, welche nach Geinitz insgesammt als Leitpflanzen des Rothliegenden zu betrachten sind.

Was die Gliederung des dortigen Rothliegenden betrifft, so unterscheidet Senft die unteren oder anteporphyrischen, und die oberen oder postporphyrischen Ablagerungen, von welchen jene vor, diese nach der Eruption der Porphyre gebildet worden sind. Da aber die Gesteine in verschiedenen Regionen zum Theil verschiedene sind, so giebt er folgende zwei Durchschnitte:

A. Im Georgenthale bei Eisenach.

α) Untere oder anteporphyrische Glieder.

1. Grober Sandstein, wechsellagernd mit Quarzconglomerat, von der Thalsohle aus mit einem Bohrloche 2300 Fuss mächtig durchbohrt.
2. Quarzconglomerat mit Zwischenlagen von Schieferletten, über der Thalsohle noch 250 Fuss mächtig anstehend.
3. Rother Schieferletten, wechselnd mit feinkörnigem rothem Sandsteine; 150 Fuss mächtig.

β) Obere oder postporphyrische Glieder.

4. Granitconglomerat, dessen einzelne, bis 30 F. mächtige Schichten mit rothem Schieferletten und Sandstein abwechseln; Mächtigkeit 780 Fuss.

B. An der Ehernen Kammer bei Ruhla.

α) Untere oder anteporphyrische Glieder.

1. Quarzconglomerat und grober rother Sandstein.
2. Kohlenführende Einlagerung, bestehend aus grauen Sandsteinen und Schieferthonen, zwischen welchen letzteren auch einzelne Lagen von Brandschiefer und selbst von Steinkohle vorkommen.
3. Porphyrbreccie und Porphyrtuff.

β) Obere oder postporphyrische Glieder.

4. Graulichrothes Porphyrconglomerat.

VI. Rothliegendes in Böhmen.

Die ausgedehnteste Ablagerung des Rothliegenden findet sich nach Reuss i nordöstlichen Theile des Landes, am Fusse des Iser- und Riesengebirges, wo sich aus der Gegend von Böhmisch-Aicha über Hohenelbe und Neu-Paka, über A nau, Schatzlar und Trautenau bis nach Braunau und Nachod erstreckt.

Conglomerate, Sandsteine und Schieferletten bilden auch hier d vorwaltenden Gesteine. Dazu gesellen sich untergeordnete Lager von dichtem, thei dunkelgrauem, theils röthlichem Kalkstein, welche besonders in zwei Zügen au treten, deren einer von Wünschelburg in Schlesien über Braunau nach Friedlan der andere von Nachod über Eipel und Trautenau gegen Schönberg verläuft. B Ruppersdorf und Hauptmannsdorf enthält der rothe Kalkstein zahlreiche Ueberres von *Palaeoniscus Vratislaviensis*, während der schwärzlichgraue Kalkstein von Ot tendorf *Palaeoniscus lepidurus* und viele Pflanzenreste umschliesst, unter denen sic besonders die schöne *Callipteris conferta* sehr auszeichnet.

Hier und da, wie z. B. bei Zales, Eipel, Hohenelbe, Ober- und Nieder-Langenau, finden sich auch bituminöse Mergelschiefer und ausgezeichnete Brandschiefer, welche letztere oft reich an Fischresten (*Xenacanthus Decheni*, *Acanthodes gracilis*, Species von *Palaeoniscus* und *Amblypterus*) und Koprolithen sind, während die mergeligen Schieferthone Walchien und andere charakteristische Pflanzen des Rothliegenden umschliessen. Nördlich von Starkenbach kommen auch Kupfererze, besonders Malachit, seltener Azurit und Kupferschwärze, im Schieferletten und Sandsteinschiefer vor, zumal in der unmittelbaren Umgebung von Calamitenstämmen; doch erlangen solche hier keine so grosse Bedeutung, wie in jener Ablagerung des Rothliegenden von Böhmischbrod und Schwarzkostelitz im Kaurzimer Kreise. Melaphyre erscheinen mehrfach in grosser Verbreitung; sie bilden unter anderen den interessanten Kosakower Gebirgszug, und treten theils in eingelagerten Decken, theils in Gängen auf. (Reuss, Kurze Uebers. der geogn. Verh. Böhmens, 1854, S. 60 ff.).

Ueber die Gliederung dieses Rothliegenden am Südabhange des Riesengebirges gab Beyrich folgende Mittheilungen, aus denen sich ergiebt, dass im Allgemeinen zwei Abtheilungen zu unterscheiden sind.

Unteres Rothliegendes. Dasselbe beginnt mit einer Ablagerung von groben Conglomeraten, deren Gerölle häufig fussgross, ja stellenweise 3 bis 4 Fuss im Durchmesser gross sind. Darüber liegen rothe thonige Sandsteine und Schieferletten, mit den Einlagerungen jener dunkeln bituminösen Schiefer. und jener dünnschichtigen, grauen oder röthlichen Kalksteine, deren organische Ueberreste ihnen ein so hohes geognostisches Interesse verleihen.

Oberes Rothliegendes. Auch diese Abtheilung beginnt mit mächtigen Conglomeraten, welche besonders nördlich von Trautenau sehr verbreitet sind Ueber ihnen folgen, als oberstes Glied der Formation, die in der Gegend von Trautenau, und südwärts bis an den Rand der Kreideformation, flach ausgebreiteten rothen Sandsteine und Schieferletten, welche südlich von der genannten Stadt ein weit fortsetzendes Lager von kalkigem Sandstein oder von Kalkstein und Dolomit. ohne organische Ueberreste, einschliessen. (Beyrich, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VIII, 15 ff.).

Anm. Fr. Römer zeigte später, dass bei Klein-Neundorf, westlich von Löwenberg in Schlesien, im Rothliegenden eine Einlagerung von dunkelgrauen bituminösen Mergelschiefern vorhanden ist, welche durch ihre organischen Ueberreste, *Walchia pinnata* und *W. piniformis*, *Callipteris conferta*, *Acanthodes gracilis*, *Palaeoniscus Vratislaviensis* und *Xenacanthus Decheni* als das vollkommene Aequivalent der gleichartigen Schiefer des Rothliegenden Böhmens charakterisirt sind. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IX, 52 ff.

VII. Rothliegendes in Baiern.

Aus den Gegenden des Thüringer Waldes zieht sich das Rothliegende, unter einer meist mächtigen Bedeckung von jüngeren Bildungen, längs des südwestlichen Randes des Fichtelgebirges und Böhmerwaldgebirges, weit nach Baiern herein.

Zuerst erscheint dasselbe bei Stockheim, wo es, in concordanter Lagerung über der Steinkohlenformation und unter dem Zechsteine, mit seinen gewöhnlichen Gesteinen, mit rothen Sandsteinen, Schieferletten und Conglomeraten auftritt. Nach einer langen Unterbrechung tauchen seine Schichten abermals südlich bei Goldkronach und Weidenberg auf, von wo sie sich bis in die Gegend von Kemnath verfolgen lassen; auch hier sind es wesentlich dieselben Gesteine; doch fehlt der Zechstein im Hangenden, wie denn auch die Steinkohlenformation im Liegenden nicht bekannt ist. Sehr interessant sind die Verhältnisse bei Erbendorf, als dem nächsten Puncte seines Vorkommens, an welchem es abermals die Kohlenformation überlagert, eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit erlangt, und eine Menge von Pflanzenresten umschliesst. Von ähnlicher Beschaffenheit zeigt es sich wiederum in der Gegend von Weiden; weiterhin erscheint es noch in isolirten Partieen bei Schmidgaden, und zuletzt noch am Ufer der Donau bei Donaustauf, wo die Walhalla auf einem Hügel von Rothliegendem thront. Da alle diese Vorkommnisse durch sie bedeckende neuere Bildungen von einander getrennt werden, so lässt sich wohl in der Tiefe eine ununterbrochene Fortsetzung des Rothliegenden längs dem südwestlichen Fusse des Böhmerwaldgebirges voraussetzen.

Gümbel, dieser ausgezeichnete baiersche Geolog, aus dessen Abhandlung*) wir unsere Mittheilungen entlehnen, veranschlagt die Mächtigkeit des Rothliegenden bei Erbendorf auf mindestens 6000 Fuss, und unterscheidet in der Gliederung dieses gewaltigen Schichtensystems sieben verschiedene Etagen oder Zonen, von denen die unteren abermals durch das Auftreten von Brandschieferflötzen ausgezeichnet sind.

1. Zone des Graurothliegenden; 125 F. mächtig, besteht wesentlich aus grünlichgrauen, röthlichgrauen und weisslichen Sandsteinen, mit Zwischenlagen von Schieferthon, und einem Brandschieferflötze mit Resten von *Acanthodes*.
2. Untere rothe Schiefer- und Sandstein-Zone; 880 F. mächtig; rothe und buntfarbige Sandsteine, mit Sandsteinschiefer und Schieferletten wechselnd.
3. Hauptbrandschiefer- und graugrüne Sandstein-Zone; 1385 F. mächtig, besteht aus graulichweissen und grünlichgrauen Sandsteinen, grauen Schieferthonen, röthlichen Schieferletten, und vier Brandschieferflötzen, welche zahlreiche Fischreste (von *Acanthodes gracilis* und *Palaeoniscus vratislaviensis*) enthalten, während nahe an der Basis dieser Zone eine 25 F. starke Schieferthonbank liegt, in welcher *Calamiten*, *Hymenophyllites semialatus*, *Odontopteris obtusiloba*, *Neuropteris Loshii*, *Walchia piniformis*, *W. filiciformis* und andere postcarbonische Pflanzen vorkommen,
4. Bunte Conglomerat-Zone; 972 F. mächtig; graues Quarzconglomerat, dann Feldspathsandsteine und Porphyrconglomerate mit rothem und buntem Schieferletten, endlich grauer Sandstein und Schieferthon mit dem letzten Brandschieferflötze.
5. Rothe Schiefer- und Porphyrconglomerat-Zone; 1130 F. mächtig; nach unten rothe Feldspathsandsteine, dann sehr mächtige Röthelschiefer oder Schieferletten, zuletzt bunter Thonstein.

---

*) Beiträge zur Flora der Vorzeit, namentlich des Rothliegenden bei Erbendorf; 1860.

6. Graugrüne Schiefer-Zone; 600 F. mächtig; meist graue Schieferthon und glimmerig-thonige Sandsteinschiefer.
7. Hangende rothe Conglomerat-Zone; 900 F. mächtig, nach unten meist rother Schieferletten, dann rothes grobes Conglomerat mit Geröllen von Porphyr und Quarz.

Wie nach diesen Beispielen in Sachsen und den zunächst gelegenen Ländern, so erweist sich das Rothliegende auch anderwärts in und ausserhalb Teutschland als eine Bildung, welche in verschiedenen und z. Th. in ganz nahe beisammenliegenden Gegenden eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung und Gliederung besitzt, obwohl ihre Gesteine überall eine allgemeine petrographische Aehnlichkeit erkennen lassen.

Was die Lagerungsfolge betrifft, so nimmt das Rothliegende, als unteres Hauptglied der permischen Formation, seine Stelle unmittelbar über der Steinkohlenformation ein. Wo daher die Reihe der Sedimentformationen vollständig, und wo die permische Formation, wie in Teutschland meistentheils, in zwei selbständigen Gliedern zur Ausbildung gelangt ist, da wird man die Steinkohlenformation zunächst vom Rothliegenden bedeckt finden; was gewöhnlich mit discordanter, bisweilen aber auch mit concordanter Lagerung Statt findet, und im letzteren Falle ein sehr inniges Anschliessen beider Formationen zur Folge zu haben pflegt. Dass aber deshalb die Steinkohlenformation keinesweges mit dem Rothliegenden vereinigt, oder wohl gar als eine blose Einlagerung desselben betrachtet werden könne, diess ist bereits oben, S. 524 ff. ausführlich erörtert worden. Und wenn auch das Rothliegende selbst hier und da als eine kohlenführende Formation ausgebildet ist, so darf es doch nimmer mit der eigentlichen Steinkohlenformation verbunden, verwechselt oder identificirt werden.

A. a. O. wurden die Gründe angegeben, welche sich dieser, aus einer sehr einseitigen Auffassung gewisser teutscher Vorkommnisse hervorgegangenen Ansicht entgegen stellen, die ja schon für Teutschland durch die bedeutenden Kohlenterritorien Westphalens und Oberschlesiens widerlegt wird, weshalb sich denn auch schon viele Auctoritäten, wie z. B. v. Dechen, Hausmann (Bildung des Harzgebirges, S. 85), Credner, u. A. gegen sie erklärt haben. Schon Freiesleben sprach sich sehr treffend folgendermaassen aus: »Ich habe jederzeit die Formation des Rothliegenden und die der eigentlichen Steinkohlengebirge als zwei, einander zwar ganz nahe stehende, aber dennoch von einander zu trennende Formationen betrachtet, daher ich immer noch einen Unterschied zwischen dem untergeordneten Vorkommen einzelner Steinkohlenflötze im Rothliegenden und zwischen dem eigentlichen Steinkohlengebirge annehme.« Geogn. Arbeiten, B. IV, 1815, S. 173.

Die organischen Ueberreste des Rothliegenden sind, mit Ausnahme der in den Kalkstein- und Brandschieferlagern vorkommenden Fische, und anderer noch seltnerer Thiere, nur Pflanzen, und zwar Landpflanzen, zumal Farnkräuter, Calamiten, Lycopoditen oder Walchien, und andere Coniferen, welche theils in den Thonsteinen, theils im Schieferthone, Schieferletten und in den feineren Sandsteinen vorkommen, besonders aber verkieselte Dendrolithen oder Holzsteine, namentlich Psaronien und Coniferenstämme, welche sich in

den Thonsteinen, Sandsteinen und Conglomeraten finden, und oft recht bedeutende Dimensionen erlangen. Die Aufführung der wichtigsten Species wird weiter unten gegeben werden.

Die Gegend von Flöha, Chemnitz, Reinsdorf, Planitz, Rüdigsdorf und Oschatz in Sachsen, die Gegend von Rothenburg und Siebigkerode, sowie der Kiffhäuser in Thüringen, die Gegend von Erbendorf in Baiern und von Neu-Paka in Böhmen sind bekannt wegen des Vorkommens von Pflanzenresten, unter denen namentlich die verkieselten Hölzer eine sehr wichtige Rolle spielen. Die Dendrolithen des Kiffhäuser sind z. Th. 10 bis 20 Fuss lang, bis mehre Fuss dick, der Schichtung parallel liegend, höchst selten aufrecht oder schräg gestellt, niemals mit Blättern, selten mit Astspuren, häufiger mit Wurzelenden versehen, und theils rund, theils platt gedrückt; dabei ganz in Holzstein verwandelt mit drusigen Rissen, deren Wände, eben so wie die Höhlungen der Gefässe, mit kleinen Quarzkrystallen besetzt, und oft mit Rotheisenrahm bedeckt oder mit dichtem Rotheisenerz imprägnirt sind.

B. Zechstein.

§. 371. *Allgemeine Verhältnisse der Zechsteinbildung.*

Nach der Bildung des Rothliegenden scheint in den meisten Regionen der Erdoberfläche, wo dasselbe zum Absatze gelangt war, eine ganz andere Ordnung der Dinge eingetreten zu sein. Mochten auch einige dieser Regionen theilweise schon während der Bildung des Rothliegenden als Meeresgrund bestanden haben, so trat doch erst nach seiner Bildung eine Submersion seiner meisten Bildungsräume unter den Meeresspiegel ein. Jene stürmischen Ereignisse und heftigen Bewegungen aber, welche sich in den Conglomeraten, in dem vielfachen Gesteinswechsel, und in den Thonstein- und Porphyr-Einlagerungen des Rothliegenden zu erkennen geben, sie scheinen damals ausgetobt zu haben, und an die Stelle der Unruhe und Aufregung trat ein Zustand der Ruhe und der Stabilität, welcher die Ausbildung eines weit verbreiteten und überall sehr gleichartig erscheinenden Schichtensystemes auf dem zur Submersion gelangten Grunde zur Folge hatte. Dieses marine Schichtensystem ist es, welches in vielen Gegenden Teutschlands als das selbständige zweite Hauptglied der permischen Formation auftritt, und gegenwärtig unter dem Namen der Zechsteinbildung aufgeführt zu werden pflegt.

Mit dem Namen Zechstein bezeichnete der Thüringer Bergmann eigentlich den über dem Kupferschiefer liegenden Kalkstein, wahrscheinlich, wie Heim vermuthet, weil er sich bei der Bearbeitung schwer zersprengbar, zäh oder zach erweist. Voigt leitete den Namen ab von Dachstein, weil dieser Kalkstein das Dach des Kupferschiefers bildet; Andere suchen seinen Ursprung darin, weil die Bergwerke oder Zechen in ihm betrieben werden, und Haberle meinte, das Gestein sei deshalb Zechstein genannt worden, weil die Bergleute fröhlich seien und zechen, wenn sie dasselbe erreicht haben. — Humboldt gebrauchte das Wort Zechstein zur Bezeichnung der ganzen Formation oder Formations-Abtheilung, während solche früher die ältere Flötzkalkformation oder auch die Kupferschieferformation genannt wurde. Die Engländer nennen die Zechsteinbildung Grossbritanniens *magnesian limestone*, weil ihre Kalksteine oft dolomitisch oder magnesiahaltig sind; die Franzosen bedienen sich jetzt gewöhnlich des Namens *terrain péneén*, welchen Oma-

lius d'Halloy im Jahre 1822 vorschlug, um die Armuth an Erzen auszudrücken welche die herrschenden Gesteine zeigen, oder auch in Beziehung auf das Rothliegende, als das mächtigste, aber erzleere Glied der ganzen Formation, da Omalius d'Halloy schon seit längerer Zeit das Rothliegende und den Zechstein zu einer einzigen Formation vereinigt hat.

Die Zechsteinbildung erlangt in Teutschland zwar keine sehr bedeutende Mächtigkeit, behauptet aber doch eine recht ansehnliche Verbreitung, und stellt da, wo sie vollständig entwickelt ist, eine ziemlich complicirte Reihenfolge verschiedener Gesteine dar, welche sich jedoch im Allgemeinen als Kalkstein und Dolomite bezeichnen lassen, zu welchen noch Gyps, Mergel und Steinsalz als untergeordnete Glieder hinzutreten. Im grössten Theile ihres Verbreitungsgebietes wurde diese Kalksteinbildung mit einer bituminösen, kupfererzhaltigen Mergelschicht, dem sogenannten Kupferschiefer, eröffnet, welcher dem Weissliegenden oder Grauliegenden unmittelbar aufruht, und, ungeachtet seiner nur etwa 2 Fuss betragenden Mächtigkeit, fast überall vorhanden ist, immer mit sehr ähnlichen Eigenschaften und mit denselben organischen Ueberresten, unter denen sich zumal Fische aus dem Geschlechte *Palaeoniscus* auszeichnen.

Das Kupferschieferflötz, sagte Hoffmann, erscheint mit bewundernswürdiger Beständigkeit, bei 3 Fuss Mächtigkeit, über mehre tausend Quadratmeilen ausgebreitet. Ueberall an den Rändern der alten Gebirge umgürtet es die jüngeren wie eine Einfassung, so am Harze, am Thüringer Walde, am Kiffhäuser, bei Bottendorf, im Magdeburgischen, im Saalkreise, bei Riechelsdorf und Rothenburg in Hessen, bei Eschwege und Allendorf, endlich auch bei Osnabrück und Ibbenbühren. Karstens Archiv, I, 1829, S. 135. — Diese weite und stetige Verbreitung einer so geringmächtigen Schicht innerhalb eines so ausgedehnten Bildungsraumes, beurkundet wohl eine grosse Ruhe und eine völlige Gleichartigkeit der Bedingungen unter denen die Bildung der Zechsteinformation auf jenem neu entstandenen Meeresgrunde eingeleitet worden sein muss, welchen ihr die zur Submersion gelangte Oberfläche des Rothliegenden darbot.

Ueber dieser ersten, gleichsam wie ein Teppich der ganzen Formation untergebreiteten Schicht, folgen nun der eigentliche Zechstein, Dolomite und Stinksteine, welche beide letzteren die Formation zu beschliessen pflegen, obwohl manche Gründe dafür sprechen, einen Theil der zunächst darüber folgenden Sandsteine oder Mergel noch mit in den Bereich der permischen Formation zu ziehen.

In paläontologischer Hinsicht ist die Zechsteinformation ganz entschieden als eine marine, und zugleich als eine solche Bildung charakterisirt, welche sich weit inniger an die paläozoischen, als an die mesozoischen Formationen anschliesst. Da nun auch die Pflanzenreste des Rothliegenden eine weit grössere Analogie mit jenen der Steinkohlenformation, als mit denen der Trias zeigen, so vereinigen sich die organischen Ueberreste beider Hauptglieder der permischen Formation zur Rechtfertigung der Stellung, welche man gegenwärtig dieser Formation anweist, indem man mit ihr die Reihe der paläozoischen Formationen beschliesst. Merkwürdig bleibt dabei die verhältnissmässige Armuth sowohl

der Fauna als der Flora dieser Formation, wenn man die Zahlen der bis jetzt bekannt gewordenen Species mit denjenigen Zahlen vergleicht, welche in den vorausgehenden Formationen nachgewiesen sind.

Die Fauna der permischen Formation, sagt v. Leonhard, bildet gleichsam den Nachlass einer früheren Schöpfung, deren verschiedenartige Entwickelung wir durch drei vorhergehende Alterstufen verfolgen können; wir sehen die letzten Aenderungen, welche diese Wesen erlitten, bevor sie gänzlich vom Schauplatze abtraten. Das Dahinschwinden, die Vernichtung so vieler Thierformen, welche in früheren Perioden in buntem Gewirre sich durch einander drängten, endlich das Entstehen neuer gigantischer Geschöpfe, der Saurier, Alles das verkündet den Schluss der langen paläozoischen Periode, das Beginnen einer andern fremden Thierwelt. Lehrb. der Geogn. u. Geol. 1846, S. 468.

Die Zechsteinbildung ist als ein selbständiges Glied der permischen Formation zuerst in Teutschland mit grosser Genauigkeit studirt worden; namentlich ist es das in Thüringen niedergelegte Territorium, in welchem sie nicht nur sehr vollständig ausgebildet erscheint, sondern auch durch den Bergbau nach allen Richtungen aufgeschlossen worden ist, weshalb uns denn die dortigen Vorkommnisse den vollendetsten und am meisten erforschten Typus der ganzen Bildung vorführen, mit dessen Betrachtung wir uns jetzt, nach Anleitung der classischen Arbeiten Freieslebens, beschäftigen wollen*).

§. 372. *Zechsteinbildung Thüringens.*

Nach Freiesleben lässt sich die Zechsteinbildung Thüringens und der Grafschaft Mansfeld zunächst in zwei Abtheilungen bringen, von welchen die untere das Grauliegende, den Kupferschiefer und den Zechstein im engeren Sinne des Wortes, die obere den Dolomit, den Stinkstein und den Gyps mit seinen Accessorien begreift. Dieselbe Gliederung scheint sich aber auch, bei einigermaassen vollständiger Entwickelung, in anderen Gegenden zu wiederholen, weshalb sie uns ein ziemlich allgemein giltiges Schema für die Zusammensetzung der teutschen Zechsteinbildung gewährt.

Auch Heim hob schon im Jahre 1806 den auffallenden petrographischen Unterschied hervor, welchen die untere und die obere Abtheilung der Formation in den Umgebungen des Thüringer Waldes, wie in den meisten anderen Gegenden ihres Vorkommens, erkennen lässt. Geol. Beschr. des Thür. Waldgebirges, II, Abth. V, 1806, S. 86 f.

A. Untere Abtheilung.

Diese untere Abtheilung begreift drei, oder, wenn man die unmittelbar über dem Kupferschiefer liegenden Schichten vom eigentlichen Zechsteine trennen will, vier Glieder, nämlich das Grauliegende, den Kupferschiefer, das Dachflötz und den Zechstein.

1. Das Grauliegende (oder Weissliegende), welches wir früher, nach dem Vorgange von Voigt und Anderen, als die durch Auslaugung entfärbte

*) Freieslebens Geognostische Arbeiten, II. Band 1809, und III. Bd. 1815.

und mit Erzen und kohlensaurem Kalke imprägnirte Oberfläche des Rothliegenden betrachteten, tritt doch oftmals auch in denjenigen Gegenden, wo das Rothliegende vermisst wird, als ein so unzertrennlicher Begleiter des Kupferschieferflötzes auf, dass die Ansicht Freieslebens gerechtfertigt erscheint, welcher dasselbe als das erste Glied der Zechsteinbildung einführte.

Sandsteine und feinkörnige Conglomerate, bisweilen auch Mergel, meist von grauen Farben, sind es, welche das Grauliegende wesentlich zusammensetzen; gewöhnlich besteht dasselbe nur aus ein paar Schichten, weshalb es auch nur eine geringe Mächtigkeit besitzt, welche in Thüringen 2 bis 4 Fuss zu betragen pflegt, obgleich solche in anderen Gegenden bedeutender gefunden wird.

Als accessorische Bestandtheile finden sich hier und da in den obersten Lagen Calcit, als Kalkspath und Faserkalk, Baryt, Brauneisenerz, Asphalt in kleinen linsenförmigen Körnern, und endlich die sogenannten Sanderze, nämlich Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupferkies, Pyrit, auch wohl Azurit und Malachit. Diese Sanderze erlangen zumal bei Sangerhausen einige Wichtigkeit, indem sie dort den Hauptgegenstand des Bergbaus bilden.

2. Der Kupferschiefer, diese tiefste Kalkschicht der ganzen Zechsteinbildung, ist ein bräunlich oder graulich schwarzer, meist fester, dickschieferiger, im Bruche matter bis schimmernder, im Striche oft glänzender, sehr bituminoser, und meist erzführender Mergelschiefer, welcher keine Magnesia enthält, wie Geinitz gezeigt hat*), dem aber ganz gewöhnlich mikroskopisch kleine Glimmerschuppen beigemengt sind.

Dieser Mergelschiefer lässt nach Freiesleben besonders drei Varietäten unterscheiden: gemeinen Mergelschiefer, welcher geradschieferig, bisweilen zickzackförmig gekerbt oder gerippt, schimmernd und fest ist; krausen Mergelschiefer, wellenförmig krummschieferig, glänzend, oft bunt angelaufen, und stark abfärbend, und mulmigen Mergelschiefer, licht schwarz, dünn- und geradschieferig, matt und zerreiblich. Die gemeinen Schiefer sind besonders da vorherrschend, wo das Flötz sehr regelmässig liegt; die krausen Schiefer finden sich an denjenigen Punkten und Strichen, wo Störungen der Architektur und Lagerung vorkommen, und die mulmigen Schiefer gewöhnlich nur am Ausgehenden des Flötzes.

Der Mansfelder Bergmann unterscheidet in dem Flötze selbst vier Bänke, die Lette, die Kammschale, den Schieferkopf und die Noberge; diese letzte, welche ärmer an Bitumen und an Erzen, daher hellfarbiger und minder fest zu sein pflegt, bildet den Uebergang aus dem Kupferschieferflötze in das Dachflötz. Der Schieferkopf ist gewöhnlich fest und sehr geradschieferig, die Kammschale fein graustreifig und leicht spaltbar, die Lette endlich, als die tiefste Schicht, sehr bituminös, tief schwarz und homogen.

Die gewöhnliche Mächtigkeit des Kupferschiefers schwankt zwischen 10 und 20 Zoll, selten steigt sie, wie bei Ilmenau, bis auf 2 oder 3 Fuss. Uebrigens löst sich das Flötz meist leicht und eben, sowohl vom Grauliegenden als auch vom Dachgesteine ab.

*) Die Versteinerungen des deutschen Zechsteingebirges, 1848, S. 4 Anm. und Jahresberichte der Wetterauischen Gesellsch. 1851. Ueberhaupt ergiebt sich aus den Untersuchungen von Geinitz und Karsten, dass die untere Abtheilung der teutschen Zechsteinbildung eben so durch Kalksteine, wie die obere Abtheilung durch Dolomite ausgezeichnet ist. In England findet im Allgemeinen ganz dasselbe Verhältniss Statt. Doch hat Liebe gezeigt, dass auch diese Regel ihre Ausnahmen hat.

Die Oberfläche des Weissliegenden, sagt Voigt bei der Beschreibung des Ilmenauer Flötzes, ist so eben und glatt, dass man sie einen Spiegel nennen kann, und eine eben solche, fast spiegelglatte Unterfläche hat das Kupferschieferflötz. Geschichte des Ilmen. Bergb. 1821, S. 85.

Der Kupferschiefer ist in der Regel compact, doch zeigen die Noberge schon hier und da porose oder drusige Stellen; bisweilen erscheint das Flötz durch sehr viele parallele Klüfte abgesondert, mitunter enthält es Lagen oder Schweife von quarzigem Sandstein, häufiger Schwülen, oder abgeplattete sphäroidische Nieren eines dunkelrauchgrauen Kalksteins, von mehren Zoll Durchmesser, welche meistentheils einen Fisch- oder Pflanzenrest umschliessen. Geschiebe oder Gerölle anderer Gesteine gehören zu den grössten Seltenheiten.

Drei Eigenschaften sind es, welche den Kupferschiefer ganz besonders auszeichnen: der Bitumengehalt, die Erzführung und das häufige Vorkommen von Fischen.

Bitumen und Kohlenstoff sind immer mehr oder weniger reichlich in der Masse des Kupferschiefers vorhanden, welcher um so schwärzer und fettiger erscheint, je bedeutender diese bituminöse Beimengung ist; die Lette und die krausen Schiefer sind am reichsten, die Noberge am ärmsten daran, so dass also der Bitumengehalt von unten nach oben im Abnehmen begriffen ist; doch sind die Schiefer meist etwas brennbar, was die Röstarbeit sehr erleichtert, und einen Gewichtsverlust von 8 bis 17 p. C. bedingt. Zuweilen hat sich das Erdpech sogar in linsenförmigen Körnern concentrirt, welche lagenweise vertheilt sind; seltener findet es sich dick angeflogen oder in Platten.

Der Bitumengehalt ist nach Plümicke beständiger, als der Metallgehalt; das Flötz ist oft bituminös bei sehr geringem Gehalte an Erzen *).

Sehr charakteristisch ist die Metallführung des Kupferschiefers, welche auch seinen Namen veranlasst hat, da es in Thüringen vorwaltend Kupfererze sind, welche in ihm vorkommen. Diese Erze finden sich theils in kaum sichtbaren Theilen beigemengt, theils eingesprengt, derb, angeflogen, in Platten, Schnüren und Streifen; oft sind sie in der Nähe der organischen Ueberreste, zumal der Fische, besonders concentrirt, so dass es scheint, dass die organische Substanz sie vorzugsweise zum Niederschlage disponirt hat. Als die vier häufigsten Erze bezeichnet Freiesleben Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupferkies und Eisenkies; seltener sind Kupferindig, Rothkupfererz, Kupferschwärze und Fahlerz; noch seltener kommen auch Bleiglanz, Zinkblende, Speiskobalt, Rothnickelkies, Gediegen Silber, Kupfer, Wismut und Molybdänglanz vor. Malachit, Kupferlasur, Kobaltblüthe und Nickelblüthe, als Zersetzungsproducte anderer Erze, bilden oftmals einen Beschlag oder Anflug auf den Klüften des Gesteins. Endlich hat Kersten auch Vanadin nachgewiesen, welches auf eine noch unbekannte Weise in der Masse des Kupferschiefers vorhanden sein muss.

---

*) Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, 1845, S. 149.

Der Kupferschiefer, als erster Bodensatz des Zechsteinmeeres, welcher in Mans feld stets über dem Weissliegenden lagert*), liefert uns einen eben so interessante als unumstösslichen Beweis dafür, dass die Natur die meisten der auf unseren Erz gängen vorkommenden Erze aus wässerigen Solutionen, überhaupt auf hydro chemischem Wege, zu bilden vermochte. Es dürften daher die Schwefelmetall und gediegenen Metalle der Erzgänge zuverlässig auf demselben Wege entstanden sein. Die Erzgänge haben wohl ihre Ausfüllung grösstentheils vorweltlichen Mine ralquellen zu verdanken, welche theils erdige, theils metallische Sauerstoffsalze Schwefelsalze und Haloidsalze aufgelöst enthielten, und mancherlei Zersetzungs- Bildungs- und Umbildungsprocesse veranlassten, wodurch die erdigen und metalli schen Mineralien entstanden, welche die Gangarten und Erze bilden. Die zahlrei chen Erzgänge, erzführenden Kämme und Rücken, welche gerade im Bereiche der Zechsteinbildung aufsetzen, dürften wohl mit der Erzführung des Kupferschiefers in einem gewissen Causalzusammenhange stehen, und machen es wahrscheinlich, dass auch ein Theil dieser Erze erst später in den Kupferschiefer gelangt ist.

In Thüringen und Mansfeld nimmt der Erzgehalt, eben so wie der Bitumengehalt des Kupferschieferflötzes, von unten nach oben ab, daher die Lette gewöhnlich am reichsten, die Noberge am ärmsten sind. Das Fuder Schiefer (zu 48 Centner) giebt im Mittel 1 bis 1½ Centner Schwarzkupfer, und 1 bis 1½ Mark Silber. Ueberhaupt aber sind nach Plümicke die Schiefer noch schmelzwürdig, wenn 60 Centner einen Centner Schwarzkupfer mit 16 bis 18 Loth Silber liefern; es giebt jedoch ausgedehnte Flötzgebiete, wo dieselbe Quantität Schiefer weit mehr Kupfer und Silber schüttet, was besonders in der reichlicheren Concentrirung von Kupferglanz und Buntkupfererz begründet ist. Meist sind nur 3 oder 4, selten bis 5 Zoll der ganzen Flötzmächtigkeit schmelzwürdig.

Von anderen Accessorien des Kupferschiefers sind besonders zu erwähnen. Faserkalk, in Lagen und Trümchen, sehr häufig, besonders in der Kammschale, welche dadurch ein „weisshäriges" Ansehen erhält; eben so findet sich auch Fasergyps gar nicht selten, zumal bei Eisleben und Burgörner. Dagegen sind eigentlicher Kalkspath und Quarz seltenere Erscheinungen. Pechkohle bildet bisweilen Lagen von ¼ bis ½ Zoll Dicke, und findet sich auch in den Fischabdrücken.

Das Vorkommen von Fischen ist allerdings in vielen Gegenden als eine für den Kupferschiefer sehr bezeichnende Erscheinung anzusehen; diese Fische sind theils ausgestreckt, theils zusammengekrümmt, meist sehr zerdrückt und breit gequetscht, oft in eine dem Asphalte nahe stehende Pechkohle umgewandelt, und mit Kupferkies, Kupferglanz oder Buntkupferkies imprägnirt oder überzogen. Am häufigsten findet sich wohl *Palaeoniscus Freieslebeni*, nächstdem *Platysomus gibbosus*, und *Pygopterus Humboldti*. Auch Ueberreste von Sauriern und Koprolithen kommen dann und wann, Fucoiden aber sehr häufig vor, während Conchylien zu den Seltenheiten gehören.

Die bekannten Cupressiten von Frankenberg finden sich nicht im Kupferschiefer, sondern in einem weit höheren, der oberen Gränze der permischen Formation sehr nahe stehenden Schichtensysteme.

3. Ueber dem Kupferschiefer liegt, als ein vermittelndes Glied zwischen ihm und dem Zechstein, das sogenannte Dachflötz. Dasselbe besteht aus ei-

---

*) Und, wie Plümicke sagt, das Rothliegende völlig wie ein Kleid umgiebt, welches durch Lagerungsstörungen in manchfaltigen Faltenwurf gebracht ist.

tem dunkelgrauen, selten hellfarbigen, oft schon fast graulichschwarzen, gewöhnlich gestreiften, mit ganz kleinen Glimmerschuppen gemengten Mergelschiefer, von 4 bis 8 Fuss Mächtigkeit, welcher sich sowohl durch seine bituminöse Beschaffenheit, als auch durch seinen nicht seltenen Gehalt an Erzen noch sehr nahe an den Kupferschiefer anschliesst.

Die schieferige Structur und der Bitumengehalt nehmen von unten nach oben allmälig ab, weshalb das Gestein dieses Dachflötzes zuletzt dem Zechsteine immer ähnlicher wird. Die der ganzen Zechsteinbildung so eigenthümliche Neigung zur Porosität und Cavernosität offenbart sich schon im Dachflötze sehr deutlich, indem sein Gestein oft zerfressen, blasig, oder rafflich und zerklüftet ist.

Uebrigens kommen auch in ihm bisweilen sandsteinähnliche Lagen und Schweife vor, auch wiederholen sich mitunter Schmitzen und Lagen von Kupferschiefer, so wie Fasergyps und Kalkspath hier und da angetroffen werden. Eisenkies ist ziemlich häufig, theils eingesprengt, theils in Schnüren oder feinen Trümern, selten in cylindrischen Wülsten; Kupferkies und noch mehr Kupferglanz finden sich zumal in der Nähe von Rücken und Kämmen, wie bei Bischofrode, Hergisdorf, Rothenburg, vorzüglich aber bei Sangerhausen, wo das Dachflötz so reich an Kupferglanz ist, dass 48 Centner $^{3}/_{4}$ bis $^{5}/_{4}$ Centner Schwarzkupfer gaben. Wo das Dachflötz reich an Erzen ist, da pflegt der Kupferschiefer arm zu sein.

4. Der Thüringische Zechstein, dieses Gestein, nach welchem die ganze Bildung benannt worden ist, lässt sich im Allgemeinen als ein dichter, fester und schwer zersprengbarer, etwas thoniger und bituminöser Kalkstein von grauer Farbe und deutlicher Schichtung bezeichnen, welcher einerseits in Mergelschiefer, anderseits in die sogenannte Rauchwacke übergeht. Von Accessorien sind besonders Gyps, Kalkspathkörner und kleine Bergkrystalle, so wie Nieren oder abgeplattete Concretionen von Brauneisenocker und thonigem Brauneisenstein zu erwähnen; die Kupfererze reichen nur selten bis in den Zechstein. Die Mächtigkeit dieses Kalksteins beträgt gewöhnlich nur 15 bis 20 Fuss, steigt aber doch in manchen Gegenden des Thüringischen Bassins bis auf den doppelten (Ilmenau), vierfachen (Henneberg), und selbst fünffachen Betrag (Stolberg). Organische Ueberreste, zumal von Brachiopoden und Conchiferen, unter den ersteren namentlich *Productus horridus* und *Spirifer undulatus*, sind sehr bezeichnend.

Dass dieser untere Zechstein wirklich Kalkstein ist, und in der Regel gar keine, oder nur ganz unbedeutende Spuren von Magnesia enthält, diess ergiebt sich aus vielen, sowohl von Geinitz als auch von Karsten ausgeführten Analysen*). Seine Farben sind gewöhnlich rauchgrau, gelblichgrau, aschgrau und blaulichgrau, dabei ist er oft gestreift und gewolkt, oder dunkler in der Mitte der Schichten, als gegen die Schichtungsfugen hin. Die Klüfte sind häufig mit sehr schönen Dendriten geschmückt, was Freiesleben als eine recht bezeichnende Erscheinung hervorhebt. Der Bruch ist eben oder flachmuschlig im Grossen, splittrig im Kleinen, übrigens matt oder schimmernd. Die Schichten sind immer sehr deutlich, zuweilen dünn und plattenförmig, nicht selten parallelepipedisch zerklüftet; das Gestein selbst aber erscheint in der Regel compact, nur selten drusig, und noch seltener caver-

*) Geinitz, in den oben angeführten Schriften, und Karsten in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 22, 1848, S. 574. Doch gilt nach Liebe die Regel nicht ganz allgemein.

nos: auch rundknollige Concretionen, welche in anderen Gegenden häufig vorkommen, gehören in Thüringen zu den seltenen Erscheinungen.

Grauliegendes, Kupferschiefer, Dachflötz und Zechstein bilden zusammen in Mansfeld und in anderen Gegenden Thüringens die so wohl charakterisirt untere Abtheilung der ganzen Formation, welche daher im Allgemeinen durch dunkelfarbige, bituminöse, dichte oder schieferige, deutlich und regelmässig geschichtete, nach unten erzführende Kalksteine ausgezeichnet ist, deren Bitumen- und Erzgehalt von unten nach oben fortwährend abnimmt. Der Zechstein ist das regelmässigste und beständigste Glied dieser Abtheilung; das Dachflötz bildet eigentlich nur die untersten, dem Kupferschiefer mehr oder weniger assimilirten Schichten des Zechsteins, deren Unterscheidung mehr in bergmännischer als in geognostischer Hinsicht wichtig erscheint*)

B. Obere Abtheilung.

Die obere Abtheilung der Thüringischen Zechsteinbildung wird besonders durch verschiedene dolomitische Gesteine, durch Stinkstein und durch Gyps charakterisirt, welcher letztere jedoch, nebst den ihn begleitenden Massen, keine bestimmte bathrologische Stelle behauptet.

1. Die Dolomite und dolomitischen Kalksteine der Zechsteinbildung werden in Thüringen unter besonderen provinciellen Namen aufgeführt, welchen man auch häufig in wissenschaftlichen Werken begegnet; dahin gehören besonders die Namen Rauchwacke, Rauher Kalkstein oder Rauhstein, und Asche.

Die Rauchwacke ist im Allgemeinen ein, durch graue bis schwärzliche Farben, splittrigen bis feinkörnigen Bruch, porose und cavernose Structur, und durch sehr ungleiche und wechselnde Grade der Härte und Festigkeit ausgezeichneter, mehr oder weniger dolomitischer Kalkstein, indem nach Karsten manche Varietäten kaum Spuren, andere Varietäten einen bedeutenden Antheil von kohlensaurer Magnesia enthalten. Von Accessorien sind besonders Schaumkalk, Quarzkrystalle und concentrisch schalige Nieren von Brauneisenerz zu erwähnen.

Das Gestein ist ausserordentlich manchfaltig in seinem Habitus, und Freiesleben unterscheidet dichte, breccienartige, schüttige, raffliche, knospige, blasige, geflossene, mandelsteinartige Varietäten, u. s. w., von welchen wir nur folgende hervorheben**). Die breccienartige Rauchwacke besteht aus scharfkantigen oder rundlichen Stücken eines sehr festen, dichten, bräunlichschwarzen Kalksteins, welche durch eine licht gelblichgraue oder aschgraue, weichere Grundmasse verbunden sind. Die blasige Rauchwacke ist mit zahlreichen eckigen Zellen oder rundlichen Blasenräumen versehen, deren Wände rauh oder feindrusig sind; an sie schliesst sich die löcherige, zerfressene und schlackenähnliche Rauchwacke an. Die gegliederte Rauchwacke ist eine merkwürdige Varietät, welche bei Leimbach

*) Plümicke, a. a. O. S. 153.

**) Ganz wahr ist es, was Plümicke sagt, dass die zahllosen Varietäten der Rauchwacke grösstentheils nur für das Auge, nicht aber für die Sprache unterscheidbar sind; denn es hält oft sehr schwer, sie durch Beschreibungen genau zu charakterisiren.

zwei dünne Schichten bildet, die aus cylindrischen Zapfen mit stark geriefter Oberfläche bestehen, deren jeder ½ bis 1 Zoll dick und aus mehren Gliedern zusammengesetzt ist. Aehnliche, nur etwas stärkere Schichten finden sich zu Cresfeld, Hettstädt, Burgörner, Wiederstädt, Obersdorf u. a. O.

Selbst die dichteste Rauchwacke enthält hier und da kleine drusige Poren, oder Risse mit feindrusigem Ueberzuge; in der blasigen und zelligen Rauchwacke nimmt dieses Verhältniss zu, endlich erscheint Alles zerklüftet und wie durch einander gerüttelt, so dass man „kein Flötz vor sich zu haben meint, das noch auf seiner ersten Lagerstätte liegt, sondern sich unter einem Haufen mächtiger, unförmlicher Massen und Bruchstücke zu befinden glaubt, die nur lose über einander gestürzt sind." Die Cavitäten gehen endlich in förmliche Höhlen und Schlotten über.

Wenn die Rauchwacke stellenweise eine sehr lockere, krystallinisch-körnige Textur entwickelt, und daher aus sandartigen, und aus steinartigen, ganz unregelmässig durch einander vorkommenden Partieen zusammengesetzt ist, so pflegt sie immer eine entschiedene dolomitartige Natur zu besitzen, und stellt dann diejenigen, durch ihre rauhen, zerborstenen und höhlenreichen Felsmassen ausgezeichneten Dolomit-Varietäten dar, welche von Voigt **Rauhkalk**, von Freiesleben **Rauhstein**, von Anderen auch wohl rauher Kalkstein oder Höhlenkalkstein genannt worden sind.

Diese merkwürdigen Dolomite sind es, von welchen Heim zuerst die Vermuthung aufstellte, dass sie metamorphische Gesteine seien. Ihre Bänke und Schichten, wenn sie überhaupt erkennbar sind, erscheinen verschoben, zerbrochen, und die Bruchstücke unordentlich über einander gehäuft; dabei werden die Felsen von senkrechten Spalten und Rissen durchsetzt. Im Innern enthalten sie viele kleinere und grössere Höhlungen, von der Grösse einer Faust bis zu erstaunlichen Gewölben, welche bisweilen mit einander zusammenhängen, und abwechselnde Erweiterungen und Verengungen bilden. (Hohle Stein bei Gumpelstadt und bei Altenstein, hohle Scheuer bei Liebenstein am Thüringer Walde). Mit diesem löcherigen Gesteine sind aber auch dichte, unförmliche Massen, ohne leere Räume, ohne Spur von Schichtung und Zerklüftung verbunden. Bei der Verwitterung löst sich dieser cavernose Dolomit zu rundlichen Massen auf, die endlich in groben Sand zerfallen; weil aber der Stein nicht gleichmässig verwittert, so wird seine Oberfläche dadurch noch rauher und höckeriger. Was die grösseren Höhlen betrifft, so sind sie in der Hauptsache einander ziemlich ähnlich: „durch bogenförmig gekrümmte Dolomitbänke geht in der Mitte eine Spalte hindurch, die sich bald weit aufthut, bald eng zusammenzieht;" diess fällt besonders bei der Liebensteiner Höhle in die Augen, ist aber auch an den Höhlen von Altenstein und Glücksbrunn zu erkennen. Heim, Geol. Beschr. d. Thür. Waldgebirges, II, Abth. V, 1806, S. 93 ff. —

Die **Asche**, eine der sonderbarsten Bildungen, ist ein sehr feinsandiger oder staubartiger, meist grauer Dolomit, welcher gewöhnlich zwischen der Rauchwacke und dem Stinkstein liegt, und eine sehr schwankende Mächtigkeit von 1 bis 50 F. und darüber) besitzt. Sie geht übrigens durch alle Grade der Consistenz aus dem ganz losen, durch den zerreiblichen bis in den festen Zustand über, und schliesst sich auf diese Weise unmittelbar an die Rauhsteine an, welche oft selbst nichts Anderes, als eine ganz unregelmässige Combination, ein wildes Durcheinander-Vorkommen von sandigem Dolomit und festem Dolomit, von Asche und Rauchwacke sind.

Nach Karsten hat die Asche die normale Zusammensetzung des Dolomites, und schon Freiesleben bemerkte, dass sie bisweilen nur ein Aggregat von mikroskopisch kleinen Dolomitkrystallen ist, welche Rauchwacke oder Rauhstein bilden würden, wenn sie nicht lose, sondern fest mit einander verwachsen wären. Uebrigens ist die Asche im feuchten Zustande dunkelbraun bis bräunlichschwarz, im trocknen Zustande hellfarbiger, an der Luft aber bleicht sie, und wird endlich aschgrau und graulichweiss; sie ist gewöhnlich bituminös, stinkend und braust mit Säuren stark. Schaumkalk und Stinksteinfragmente sind die einzigen bemerkenswerthen Accessorien.

2. Stinkstein bildet ein wesentliches und sehr bezeichnendes Glied der oberen Abtheilung des Thüringer Zechsteins, und erscheint entweder als lagerhaftes, geschichtetes Gestein, oder als Stinksteinbreccie, von sehr verschiedener Mächtigkeit.

Der lagerhafte Stinkstein ist bräunlichschwarz bis dunkel blaulichgrau, oft graulichschwarz gefleckt, doch auf verwitterten Flächen grau oder gelb, dünn- und geradschieferig, oder doch deutlich geschichtet, häufig zerklüftet, und auf den Klüften mit schönen dendritischen Zeichnungen versehen. Selten hat er eine oolithische oder pisolithische Structur, wie bei Herzberg am Harze. Seine Schichtung ist zwar sehr ausgezeichnet, aber selten regelmässig weit fortsetzend, meist unbeschreiblich verworren, entweder zickzackförmig gefaltet, oder wellenförmig gebogen, ja bisweilen cylindrisch zusammengerollt, wobei oft innerhalb kurzer Distanzen die manchfaltigsten Wechsel der Form und Lage vorkommen. Besonders merkwürdige Beispiele dieser Structur finden sich im heiligen Grunde bei Leimbach, andere bei Hettstädt, Wiederstädt, Frankenhausen u. a. O.

Die Stinksteinbreccie ist entweder von lockerer oder von fester Consistenz; die erstere Varietät findet sich da, wo der Stinkstein über Asche gelagert ist, indem dann seine untersten Lagen zu lauter Fragmenten zerbrochen erscheinen, welche ohne irgend eine bestimmte Lage, kreuz und quer in die Asche eingeknätet sind; dergleichen Varietäten finden sich z. B. bei Wimmelburg, Cresfeld, Hergisdorf und in der Gegend von Sangerhausen.

Die feste Varietät besteht aus Stinksteinfragmenten, welche in einem rauchwackenähnlichen Cämente fest eingewachsen sind.

3. Der Gyps ist ein, wesentlich der oberen Abtheilung angehöriges Gestein, jedoch keineswegs überall vorhanden, obwohl er stellenweise und strichweise eine sehr bedeutende Ausdehnung gewinnt, weshalb er denn auch von Freiesleben sehr richtig nicht als ein den übrigen Gliedern coordinirtes, sondern mehr als ein subordinirtes Glied der Zechsteinbildung betrachtet wurde.

Feinkörniger bis dichter, weisser Gyps, oder Alabaster, ist das wesentliche und oft vorherrschende Gestein; allein gewöhnlich ist er mit Bitumen oder auch mit Stinksteinsubstanz so innig imprägnirt und gemengt, dass er entweder eine gleichmässig graue Farbe, oder eine sehr verschiedenartige Farbenzeichnung von grau oder hellbraun in weissem Grunde zeigt. Hier und da erscheint auch grosskörniger, z. Th. prächtig krystallisirter und strahliger Gyps; der reine, weisse, als Fraueneis ausgebildete Gyps bildet grosse Nester und Drusen, oft von vielen Ellen Durchmesser, der strahlige Gyps regelmässige Kugeln im feinkörnigen Gypse; auch kommen oft grössere Gyps-Individuen porphyrartig eingesprengt vor. Fasergyps findet sich nur selten.

Der Zechsteingyps ist gewöhnlich sehr undeutlich oder gar nicht geschichtet,

aber vielfältig zerklüftet, zerrissen und ausgenagt; er bildet mächtige Lagerstöcke, oder auch weit fortsetzende, aus an einander gereihten Stöcken bestehende Zonen, und wird meistentheils von Dolomit und Rauchwacke oder von Stinkstein begleitet, ohne jedoch eine bestimmte Lagerungsstelle zu behaupten, indem er zwar in der Regel über dem Zechsteine, aber bald unter, bald zwischen, bald über den oberen Gliedern der Formation auftritt. Uebrigens ist er nur hie und da zur Ausbildung gelangt, und keinesweges als ein beständiges, und überall vorhandenes Glied der Zechsteinbildung zu betrachten.

Die grösseren Gypsstöcke umschliessen nicht selten in ihrem Innern feinkörnigen Anhydrit, aus dessen allmäliger Umwandlung der Gyps hervorgegangen ist, weshalb denn auch dieses Gestein eine nicht unwichtige Rolle in der Zechsteinbildung spielt.

Der Gyps, sagt Plümicke, ist seiner Masse nach das bedeutendste, seiner Structur nach das veränderlichste, seiner Entstehung nach das räthselhafteste aller Gesteine der Zechsteinformation. Wenn rein, ist er weiss und dicht oder sehr feinkörnig; allein der weisse bildet nur kleine Partieen; grau ist die Hauptfarbe, gebildet durch innig beigemengten Stinkstein, der ihn auch in Adern und Trümern durchzieht. Trümer von dunkelrauchgrauem blättrigem Gyps und Nester von Rauhstein sind häufig; Schichtung fehlt, und das Gestein tritt massig in Stöcken und Klötzen auf. Alle Schächte, die den Gyps auf 10 und mehre Lachter Tiefe durchsunken haben, trafen im Innern Anhydrit, welcher eben so mit Stinkstein (oder Bitumen) imprägnirt ist. Der Gyps und der Anhydrit gehören der oberen, über dem Zechsteine liegenden Abtheilung der Formation; oft folgen sie unmittelbar auf den Zechstein, bisweilen haben sie Rauchwacke oder Asche unter sich. Besonders mächtig und ausgedehnt erscheint der Gyps bei Wolferode und Wimmelburg, Helbra, Burgörner und Sangerhausen. Ganze Berge bildend erscheint er in einem 6 Meilen langen Zuge von Osterode bis Obersdorf bei Sangerhausen, und bildet in diesem Zuge den Katzenstein bei Osterode, den Sachsenstein bei Walkenried, den Kohnstein bei Ilfeld, die Mooskammer bei Mohrungen. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, 1845, S. 158 ff.

Mit Verwunderung, sagt Leopold v. Buch, habe ich oft die grosse Mauer von Gyps angesehen, welche den südlichen Rand des Harzes fast in seiner ganzen Länge umgiebt; es ist vielleicht die bedeutendste Gypsmasse in Europa, ein wahres kleines Gebirge von Gyps. Rauchwacke, Dolomit ist auch in diesem Gebirge unausgesetzt der Begleiter des Gypses, aber nicht etwa in regelmässiger Abwechslung, sondern in Massen neben einander, grösstentheils eben so sonderbar in ihren Formen, als das ganze Gebirge selbst. Leonhards Min. Taschenb. für 1824, S. 471.

Credner sprach sich über den Zechsteingyps folgendermaassen aus. Gyps und Dolomit stehen zu einander in einer gewissen Wechselbeziehung; der Dolomit scheint stets den Gyps, nicht dieser den Dolomit zu begleiten. In der Regel nehmen beide ihre Stelle zwischen dem Zechstein und dem Stinkstein ein, und zwar so, dass der Gyps unter oder zwischen Dolomit zu liegen kommt. Der Gyps ist meist lichtgrau bis graulichweiss, oft gestreift, dicht bis feinkörnig, besonders an seinen Gränzen durch Thonlagen verunreinigt. Seinen dichten Varietäten gesellen sich hier und da Körner und Lagen von späthigem Gyps bei; bisweilen bildet dieser grosse Nester von colossalen, zu einer grosskörnigen Masse zusammengehäuften Krystallen, wie am Büchig bei Reinhardtsbrunn. Auch erdiger und schaumiger Gyps sind ihm nicht fremd. Noch beachtenswerther ist das gleichzeitige Vorkommen von Anhydrit, besonders im Mansfeldischen und am Harzrande. Bei Osterode sieht man den Anhydrit, welcher einzelne Kerne im Gyps zu bilden scheint, durch allmälige Auf-

nahme von Wasser in diesen übergehen. In dem Gypse des Thüringer Walde wurde er bis jetzt noch nicht vorgefunden; doch verdient es bemerkt zu werden dass Glenck bei seinen verschiedenen Bohrversuchen in der Gegend von Gera stet Anhydrit antraf*). Wo der Zechsteingyps mächtiger entwickelt ist, wie am südlichen Harzrande, da zeigt er sich als massiges Gestein, von regellosen Klüften durchzogen, ohne Spur von Schichtung. Ist seine Mächtigkeit geringer, so erscheint e von Thon begleitet, als ein mehr oder weniger starkes, wellenförmiges Zwischenlager zwischen den Kalksteinen, ihnen nicht selten in dünnen, mit buntgefärbten Mergel und Thon abwechselnden Schichten conform gelagert. Uebers. der geognost Verh. Thüringens und des Harzes, 1843, S. 77. —

Ein in nationalökonomischer Hinsicht äusserst wichtiger Begleiter des Zechsteingypses ist Steinsalz, dessen Vorhandensein im Schoosse der Zechsteinformation wegen der in ihrem Gebiete vielorts hervorbrechenden Soolquellen schon lange vermuthet worden war, bis endlich in neuerer Zeit durch Bohrversuche das Steinsalz in mächtigen Stöcken oder Lagern an mehren Puncten nachgewiesen worden ist. Die permische Formation ist also auch eine salzführende Formation, und es unterliegt gegenwärtig gar keinem Zweifel mehr, dass viele und recht bedeutende Salinen ihre Soole aus den Steinsalz-Ablagerungen beziehen, welche hier und da, mit Gyps, Anhydrit und Mergeln, im Gebiete der oberen Abtheilung der Zechsteinbildung vorkommen.

Werner und Freiesleben hatten schon lange aus dem Vorkommen von Steinsalztrümern im Gypse von Bottendorf**) und aus den zahlreichen Thüringischen Salzquellen auf die Existenz von Steinsalzlagern im Zechsteingypse geschlossen. Diese Folgerung wurde im Jahre 1831 durch Glenk auf eine glänzende Weise bestätigt, als er bei Langenberg unweit Gera das Steinsalz erbohrte, welches die Gründung der Saline Heinrichshall zur Folge hatte. Später (im Jahre 1837) wurde auch zu Artern in Thüringen, unter der Buntsandsteinformation, und unter einer 173 F. mächtigen Gypsmasse des Zechsteins das feste Steinsalz in 986 F. Tiefe erbohrt, so dass die dortige Saline jetzt eine fast gesättigte Soole versiedet. Bei Stassfurt, 4 Meilen südlich von Magdeburg, ist gleichfalls, nach Durchbohrung des bunten Sandsteins, 67 F. Gyps, 148 F. Anhydrit, 29 F. Mergel, Gyps, Kalkstein durchsunken und dann 154 F. tief in Steinsalz gebohrt worden, nachdem solches dort überhaupt in einer Tiefe von 826 F. erreicht worden war. Gegenwärtig wird dieses Steinsalz bergmännisch gewonnen. Auch bei Salzungen hat man, ungefähr 500 F. unter dem Spiegel der Werra, ein der Zechsteinbildung zugehöriges Steinsalzlager nachgewiesen. Alle diese Resultate und die anderweiten geognostischen Verhältnisse lassen es wohl als erwiesen betrachten, dass auch die Salinen von Halle, Dürrenberg, Kötschau und Teuditz ihre Soole aus der Zechsteinformation beziehen. Diess ist auch für Dürrenberg durch einen Bohrversuch vollkommen bestätigt worden, welcher nicht nur das Steinsalz in der Zechsteinbildung, sondern auch unter dem Rothliegenden die Steinkohlenformation nachgewiesen hat. Zeitschr. der deutschen geol Ges. VII, 304. — Interessant ist das bei Stassfurt nachgewiesene Vorkommen eines feinkörnigen bis dichten Boracitgesteins, des sogenannten Stassfurtites.

---

*) Auch bei Stassfurt ist der Anhydrit 148 F. tief durchbohrt und später durchsunken worden. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 21, 1847, S. 487. Uebrigens soll nach Voigt ein Theil der sehr mächtigen ungeschichteten Gyps-Ablagerung von Ilmenau Anhydrit sein. Geschichte des Ilmenauischen Bergbaus 1821, S. 87.

**) Ueber dieses Vorkommen giebt Freiesleben ausführliche Nachricht im Magazin für die Oryktographie von Sachsen, Heft X, 1839, S. 7.

Die bedeutenderen Ablagerungen des Zechsteingypses umschliessen oftmals Höhlen, die sogenannten Kalkschlotten, oder richtiger Gypsschlotten, welche in ihrer Form, Grösse und Verbindung sehr verschieden, und höchst wahrscheinlich durch allmälige Auswaschung entstanden sind. Sie pflegen bis auf eine gewisse Höhe mit Wasser erfüllt zu sein, stehen nicht selten in gegenseitigem Zusammenhange, und bilden dann wohl grosse Züge, die sich bisweilen stundenweit erstrecken. Einer der schönsten Schlottenzüge findet sich bei Wimmelburg; grosse, domartige Gewölbe wechseln mit engen Schlünden von bizarren Formen, und schlauchartige Canäle steigen zuweilen von der Kuppel der Gewölbe, 40 bis 60 Fuss hoch, wie Schornsteine aufwärts. Auch viele der in Thüringen und Mansfeld bekannten Erdfälle verdanken ihre Entstehung dem Einsturze solcher Schlottengewölbe.

Nächst den Wimmelburger Schlotten sind die vou Helbra die merkwürdigsten; schauerlicher, aber weniger schön als jene. Andere kennt man bei Sangerhausen, Lemungen, Stolberg, Wickerode, Questenberg, Ellrich, und am Kiffhäuser. Die sogenannten Seelöcher bei Zabenstädt sind tiefe Bassins von 40 bis 70 Fuss Durchmesser, und rühren, eben so wie der Hungersee bei Questenberg, und viele andere Seelöcher in den Umgebungen des Harzes, jedenfalls von eingestürzten Gypsschlotten her; ja, Freiesleben vermuthete, dass selbst die beiden Mansfelder Seen ihre Entstehung ähnlichen Ursachen zu verdanken haben mögen. Auch war derselbe ausgezeichnete Forscher der Meinung, dass wohl die erste Bildung der Gypsschlotten durch Nester und Stöcke von Steinsalz bedingt gewesen sein möge, welche leicht aufgelöst wurden, und nach deren Entfernung das Wasser freien Spielraum zur weiteren Auflösung und Erosion des Gypses selbst gewann. Dagegen ist Plümicke nicht geneigt, dieser Ansicht beizutreten, indem er die ursprüngliche Bildung dieser Höhlenräume in grossen, blasenartigen Auftreibungen sucht, welche mit der plutonischen Entstehung des Gesteins verbunden waren; doch seien die Wände dieser Blasen später vielfach ausgewaschen und ausgenagt worden. A. a. O. in Karstens und v. Dechens Archiv, S. 162.

Was die Entstehung des Zechsteingypses anlangt, so ist schon vor längerer Zeit die Ansicht ausgesprochen worden, dass er ein metamorphisches Gebilde, ein aus der Umwandlung anderer Gesteine hervorgegangenes Gestein sei. Anfangs wurde diese Ansicht in der Weise aufgefasst, dass man sich die Kalksteine der Zechsteinbildung durch Schwefelsäure stellenweise in Gyps, oder auch durch andere unterirdische Agentien theils in Gyps, theils in Dolomit verwandelt dachte. Gegenwärtig ist es aber, besonders durch die schönen Untersuchungen Hausmanns, als erwiesen zu betrachten, dass der Zechsteingyps ursprünglich Anhydrit gewesen, und im Laufe der Zeiten durch eine sehr langsam vorwärts schreitende Metamorphose zu seiner dermaligen Ausbildung gelangt ist. Aus dieser Ansicht lassen sich auch jene auffallenden Biegungen und Aufrichtungen, Zusammenpressungen und Zertrümmerungen der angränzenden Gebirgsschichten erklären, welche so häufig in den Umgebungen des Zechsteingypses vorkommen, und die Hypothese seiner eruptiven Entstehung veranlasst haben. Denn die bedeutende Anschwellung, welche die Anhydritstöcke bei ihrer Umwandlung zu Gyps erfuhren, dieses gewaltige Wachsthum durch Intussusception musste nothwendig ganz ausserordentliche Störungen in der Architektur

der umgebenden Massen zur Folge haben. Wenn also der Zechsteingyps als ei epigenetisches Gebilde nach Anhydrit zu betrachten ist, so sehen wir uns at die zweite Frage nach der Entstehung dieses Anhydrites gedrängt. Hausman und Karsten haben sich für eine eruptive Bildung desselben ausgesprochen wogegen Bischof einen sedimentären Ursprung geltend zu machen sucht, de wohl auch weit mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die schon von Gerhard ausgesprochene Vermuthung, dass der Zechsteingyp das Product einer Veränderung des Kalkflötzes sei, finden wir noch bestimmter be Freiesleben, welcher im Jahre 1808 die Fragen aufstellte, ob vielleicht die Rauchwacke und der Stinkstein Veranlassung zur Bildung des Gypses gegeben hätten und ob vielleicht durch den Zutritt von Schwefelsäure die Kohlensäure aus ihrer Verbindung mit dem Kalke ausgeschieden worden sei. Dieselbe Idee wurde später von Hoffmann erfasst, welcher jedoch, in nicht ganz klarer Weise, mit ihr die Ansicht einer eruptiven oder intrusiven Bildung der Gypsmassen verband*). Leopold v. Buch, welcher in der so häufigen Association von Gyps und Dolomit einen tieferen Causalzusammenhang erkannte, sprach die Ansicht aus, dass der Gyps am Südrande des Harzes, eben so wie der dortige Dolomit, ein durch unterirdische Wirkungen veränderter Kalkstein, und folglich erst später dasjenige geworden sei, was er jetzt ist. Leonhards Min. Taschenb. 1824, 472. Frapolli war der Meinung, der Zechsteingyps sei auf nassem Wege in der Weise gebildet worden, dass der im Meere aufgelöste kohlensaure Kalk durch schwefelige Säure, welche aus dem Innern der Erde kam, als Gyps niedergeschlagen wurde. Poggend. Ann. Bd. 69. 1846, S. 499. Diese Meinung ist jedoch von Bischof als gänzlich unhaltbar zurückgewiesen worden. Lehrb. d. Geol. II, S. 182 f.

Hausmann sagte: Dass ein grosser Theil des Flötzgypses zu den abnormen Massen gehört, und dass namentlich die zum Theil in Gyps umgewandelten Anhydritmassen, welche in der Nähe des südwestlichen und südlichen Harzrandes verbreitet sind, durch ein Emporsteigen ihre jetzige Gestalt und Stellung angenommen haben, zeigt sich eben so entschieden, als dass die grossen Störungen, welche die ursprüngliche Lage der jüngeren Flötze im nordwestlichen Deutschland erlitten haben, mit dem Vorkommen von Gypsmassen im genauen Zusammenhange stehen. Dass der schwefelsaure Kalk sich längs des südlichen Harzrandes in so gewaltigen Massen erhoben hat, wogegen am nördlichen Rande nur wenig davon hervorgedrungen ist, mag wohl darin begründet sein, dass die aufwärts strebenden Massen desselben und die sie unterstützenden Dämpfe dort einen weit geringeren Druck zu überwinden hatten, als hier, wo die Flötze bis zur Kreide aufgeschichtet lagen**). In ähnlichem Sinne sprach sich Karsten aus: „Anhydrit und Steinsalz müssen, eben so wie jedes andere plutonische Gestein, in stockförmigen Massen durch die Schichten der schon abgelagerten Bildungen getrieben worden sein; sie müssen beim Aufsteigen nothwendig Spalten gebildet und das geschichtete Gestein verdrängt, seine Schichten aufgerichtet und zerrissen haben, um sich den Weg bis zur Erdoberfläche zu bahnen.“ Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 22. 1848, S. 551. Die an solche Ansichten sich nothwendig knüpfende Folgerung, dass die Gypse überhaupt, als independente, gar nicht zu denjenigen Formationen gehörige Bildungen zu betrachten seien, in deren Gebiete sie auftreten, hat denn doch Vieles gegen sich, weshalb wir uns dem Urtheile Beyrich's anschliessen müssen, dass denen in der Natur vorliegenden Verhältnissen nur die Auffassung der

*) Geogn. Beschr. des Herzogth. Magdeburg, 1823, S. 94 und 85 ff.
**) Ueber die Bildung des Harzgebirges, 1842, S. 145.

älteren teutschen Geognosten entsprechen dürfte, welche den Gyps (oder Anhydrit) seiner Entstehungszeit nach als gebunden ansahen an diejenigen Formationen, von welchen er eingeschlossen ist, daher den Gyps der Zechsteinformation als älteren Flötzgyps unterschieden von den jüngeren, dem Buntsandsteine, Muschelkalk und Keuper angehörenden Gypsmassen. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 311.

Zum Schlusse mögen noch einige Bemerkungen über die gangartigen Gebilde folgen, welche in der Zechsteinbildung so häufig vorkommen, oft nur auf ihre Schichten beschränkt sind, bisweilen aber auch in die tieferen Formationen verfolgt werden können, und mit der Erzführung des Kupferschiefers in einem gewissen Zusammenhange zu stehen scheinen.

Dieselben erscheinen theils nur als Klüfte, Kämme und Rücken, theils aber auch als wirkliche Gänge, welche jedoch bald nach der Bildung des Zechsteins entstanden sein mögen. Sie bestehen grösstentheils aus Kalkspath, Baryt, Quarz, und führen ausserdem mancherlei Kupfererze, Bleiglanz, Kobalt- und Nickelerze. Sie unterbrechen das Kupferschieferflötz nicht nur in seiner Ausdehnung, sondern verwerfen dasselbe auch häufig, was bisweilen auf viele Lachter Tiefe der Fall ist. Auch wirken sie auf den Metallgehalt des Flötzes, welchen sie gewöhnlich im armen Felde vermehren, im reichen Felde vermindern sollen.

Vorzüglich häufig sind sie in der Gegend von Bottendorf, Camsdorf, Saalfeld, Glücksbrunn, Bieber, Riechelsdorf, und nicht selten bilden sie einen wichtigeren Gegenstand des Bergbaus, als der Kupferschiefer selbst. Ueber die Verhältnisse dieser Rücken und Gänge in der Gegend von Mansfeld und Sangerhausen, und insbesondere über das an sie gebundene Vorkommen der Nickelerze gab Bäumler eine lehrreiche Abhandlung in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IX, 25 ff.

§. 373. *Zechsteinbildung in anderen Gegenden Teutschlands.*

Nachdem wir in Thüringen den Normaltypus der teutschen Zechsteinbildung kennen gelernt haben, müssen wir noch einige andere, in Teutschland gelegene Territorien dieser Bildung in Betrachtung ziehen, theils um die mancherlei Modalitäten ihrer Entwickelung kennen zu lernen, theils um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass sie oftmals in einer fast völligen Unabhängigkeit vom Rothliegenden auftritt, während sie bisweilen nur als eine (ziemlich unbedeutende) Einlagerung in der obersten Etage des Rothliegenden erscheint.

1) Zechsteinbildung bei Camsdorf.

Von Ilmenau, am Thüringer Walde, lässt sich das Ausgehende der Zechsteinbildung nach Osten über Königssee, Blankenburg, Saalfeld, Camsdorf, Pössneck und Neustadt bis gegen Weida hin verfolgen. In dieser, über 11 Meilen langen Linie ist die Gegend von Camsdorf von ganz besonderem Interesse, woselbst durch den Bergbau eine eigenthümliche Ausbildung der Formation nachgewiesen worden ist. Zwar lässt sich auch dort noch, wie überall in Thüringen, eine untere und eine obere Abtheilung unterscheiden; allein, wie schon die erstere Abtheilung in den Verhältnissen des bituminösen Mergelschiefers, so lässt noch weit mehr die zweite Abtheilung eine sehr auffallende Abweichung von den anderweit bekannten Verhältnissen darin erkennen, dass die Rauchwacke fast nur durch den sogenannten Eisenkalkstein, und der Stinkstein dur-

mergelige Schieferletten ersetzt wird. Auch sind die Verhältnisse der Erzführung ziemlich abweichend von denen, wie sie in Mansfeld Statt finden. Aehnliche Erscheinungen sind auch bei Saalfeld, und überhaupt an mehren Puncten dieser Südgränze des Thüringer Bassins erkannt worden.

Der bituminöse Mergelschiefer ist zwar etwas weniger bituminös und weit ärmer an Erzen, übrigens aber seiner Gesteinsbeschaffenheit nach dem Mansfelder Kupferschiefer sehr ähnlich. Seiner Lagerung nach erscheint er jedoch etwas verschieden, indem er nicht immer als ein selbständiges Flötz zwischen dem Grauliegenden und dem Zechsteine vorhanden, sondern zuweilen den unteren Schichten des Zechsteins eingelagert oder auch, nach Freiesleben, in zwei verschiedenen Flötzen ausgebildet ist. Die fein eingesprengt, angeflogen und in Schnürchen vorkommenden Erze sind meist Bleiglanz, Fahlerz und etwas Speiskobalt, allein fast niemals in bauwürdiger Menge vorhanden. Der Zechstein hat, bei 15 bis 40 Fuss Mächtigkeit, die gewöhnliche Beschaffenheit.

Dagegen zeigt die obere Abtheilung eine ganz eigenthümliche Ausbildung. Das wesentliche Gestein derselben ist nämlich der sogenannte Eisenkalkstein, ein meist gelblichbrauner, poroser und zerfressener, selten oolithischer, sehr undeutlich geschichteter und ausserordentlich eisenreicher Kalkstein. Klüfte und Drusenhöhlen durchziehen ihn nach allen Richtungen; in ihnen sind Eisenspath, öfter noch Kalkspath und Baryt, selten Aragonit ausgebildet, während der noch übrige leere Raum mit Eisenocker erfüllt ist. Ausserdem umschliesst dieser Kalkstein viele Nester und ungestaltete Stöcke von Brauneisenerz, welche ½ bis 4 Lachter mächtig, und ohne regelmässige Begränzung im Gesteine vertheilt sind. Diese Stöcke bestanden höchst wahrscheinlich ursprünglich aus Eisenspath, welcher in ihnen noch jetzt in der Form von kleinen Nestern, gleichsam in unverändert gebliebenen Kernen, enthalten ist, übrigens aber auch lagerartig als eine besondere, unter dem Namen des Glimmerflötzes bekannte Schicht im Kalksteine auftritt. — Graue und röthliche, sehr thonige Mergel, dergleichen schon mit dem oberen Theile des Eisenkalksteins wechseln, treten endlich rein auf, und enthalten häufig flache Stöcke von Gyps oder Schichten von gelblichgrauem, sandigkörnigem, selten stinksteinartigem Kalkstein, welcher zuweilen selbständig wird, und dann wohl eine Mächtigkeit von 70 bis 80 Fuss erreicht*).

Der Eisenkalkstein erscheint offenbar als das Aequivalent des Dolomites, während die Mergel mit ihren Einlagerungen den Stinkstein vertreten. Abgesehen von manchen anderen Umständen scheint daher statt der kohlensauren Magnesia kohlensaures Eisenoxydul im Spiele gewesen, und dadurch der Eisenkalkstein, zwar noch mit dem Habitus, nicht aber mit der chemischen Zusammensetzung des Dolomites entstanden zu sein. Es mögen also hier, am südlichsten Rande des Thüringer Bassins, etwas andere Verhältnisse gewaltet haben, als im mittleren und nördlichen Theile desselben.

Auch im Camsdorfer Zechsteine setzen viele Rücken und Gänge auf, welche oft bedeutende Verwerfungen und andere Störungen verursachen, und stellenweise Kupfererze führen, die bisweilen lagerartig in das Nebengestein übergreifen. In der Nähe des Kronprinzganges sind innerhalb solcher Kupfererzlagen kleine Nester von Asphalt vorgekommen, welcher wahrscheinlich aus dem tiefer liegenden Kupferschieferflötze abstammt. Spengler, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VI. 405 ff.

---

*) Tantscher, in Karstens Archiv, Band 19, 1829, S. 383 f. und Freiesleben, geogn. Arbeiten, III, S. 217 ff.

2) Zechstein am Fusse des Spessart.

In den Maingegenden tritt auf der Westseite des Spessart an mehren Puncten besonders bei Kahl, Bieber, Gelnhausen, Büdingen, Soden, Dettingen und Aschaffenburg die Zechsteinbildung unter dem Buntsandsteine und über dem Grauliegenden hervor, während sich das eigentliche Rothliegende zugleich nur bei Bieber zeigt, obgleich es weiterhin bei Vilbel und Naumburg eine ziemliche Ausbreitung gewinnt. Die interessantesten Aufklärungen über diese südlichsten Vorkommnisse der teutschen Zechsteinbildung gewährt die Gegend von Bieber, wo die Formation durch Bergbau aufgeschlossen ist, und über dem Grauliegenden mehre Glieder unterscheiden lässt, unter denen sich auch hier, wie bei Camsdorf und Saalfeld, Brauneisenerz in der oberen Abtheilung auszeichnet.

Der Kupferschiefer ist bei Bieber in ziemlich bedeutender Mächtigkeit vorhanden, schwärzlichbraun bis rauchgrau, bituminös, zuweilen mit Blasenräumen versehen, in denen Baryt, Eisenspath oder Kalkspath vorkommen, und nach unten bald reichlich bald sehr spärlich mit Kupfererzen imprägnirt; auch Kobalterze kommen besonders in der Nähe von Gängen vor. Nach oben geht der Kupferschiefer in einen sehr thonigen schiefrigen Mergel von hellgrauer Farbe, den sogenannten Kupferletten, über, welcher erzleer, doppelt so mächtig als der Kupferschiefer, und das Aequivalent des Thüringer Dachflötzes ist. Darüber folgt ein bituminöser, aschbis rauchgrauer, nach unten ganz ungeschichteter und nur stark zerklüfteter, nach oben immer deutlicher und dünner geschichteter Kalkstein von 20 bis 30 F. Mächtigkeit, welcher den Zechstein vertritt. Theils unter, theils über diesem Kalksteine liegt ein 8 bis 12 und mehre Fuss mächtiges Lager von Brauneisenerz, mit Psilomelan, Pyrolusit, Rotheisenrahm, Hornstein und Baryt. Den Beschluss macht bei Büdingen und anderen Orten eine, 40 bis 100 F. mächtige Ablagerung von licht rauchgrauem, bald sandartig zerreiblichem, bald festem Dolomit, welcher bei Büdingen auch die zapfenförmige oder cylindrische Structur zeigt, von etwas isabellgelber Asche, und endlich von blaulich oder gelblich grauem Mergelschiefer bedeckt wird*).

In der Gegend von Aschaffenburg besteht die Zechsteinbildung aus bituminösem Mergelschiefer, Zechstein und Rauchwacke nebst Asche. Bei Soden, wo der erstere fehlt, ist der Zechstein zuweilen sehr kieselig, und wechselt mit dünnen Lagen eines schönen **Rogensteins**; auch bei Schweinheim liegt der Zechstein unmittelbar auf dem Grauliegenden, ohne Zwischenlagerung des bituminösen Mergelschiefers.

Die bei Soden unter dem Buntsandsteine hervorsprudelnde Salzquelle lässt vermuthen, dass die Zechsteinbildung auch in diesen Gegenden mit Steinsalz gesegnet sei. Kittel, Skizze der geogn. Verh. von Aschaffenb. S. 54. Eine neuere reichhaltige Abhandlung über die Zechsteinbildung am Rande des Vogelberges und Spessarts gab Ludwig, in dem Jahresber. der Wetterauer Ges. Hanau, 1854, S. 78 ff. Uebrigens hat Rolle gezeigt, dass das den Zechstein unterlagernde Rothliegende dort dieselben Pflanzenreste umschliesst, wie in Sachsen; namentlich finden sich Walchien, Calamiten, *Odontopteris Fischeri*, Carpolithen. Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande, X, S. 130 f.

---

*) Klipstein, Versuch einer geogn. Darstellung des Kupferschiefergebirges der Wetterau; und v. Dechen, Geognostische Umrisse der Rheinländer, II.

Anm. Dass auch in dem grossen Bassin zwischen dem Thüringer Walde u dem Schwarzwalde der Zechstein in der Tiefe existirt, diess ist durch Bohrversuc bei Ingelfingen und Dürrmenz in Württemberg bewiesen worden, wo unter d sehr mächtigen Buntsandsteine der Zechstein erreicht wurde; nach v. Schübler, Württemb. naturwissensch. Jahresheften, 1860, S. 46.

3) Zechstein bei Allendorf, Riechelsdorf und Frankenberg i Kurhessen.

Bei Allendorf an der Werra liegt das bituminöse Mergelschieferflötz unmi telbar auf Thonschiefer und Grauwacke; es ist 18 bis 28 Zoll mächtig, in fr heren Zeiten stellenweise auf Kupfererze bebaut worden, und wird von eine blaulichen und schwärzlichgrauen, dichten, geschichteten Kalksteine, dem Zech steine, überlagert, welcher am Weimarsteine die zapfenförmige Structur, od vielmehr die Stylolithenbildung in seltener Schönheit zeigt. Ueber diesem Kalk- steine folgen dann die Rauchwacke, der höhlenreiche Rauhstein, und endlich der Zechsteingyps, so dass also die Zechsteinbildung hier in ziemlicher Vollstan- digkeit vorzuliegen scheint.

Die am Weimarsteine vorkommende zapfenförmige Structur ist nach der Be schreibung, welche Hundeshagen von ihr giebt, eine wirkliche Stylolithenbildun Sie scheint nur auf den Schichtenwechseln ausgebildet zu sein; die Zapfen sin sehr regelmässig, 2 bis 2½ Zoll lang, ½ bis 1 Zoll dick, der Länge nach stark ge streift und gefurcht, und dergestalt geordnet, dass die Zapfen der oberen Schich zwischen die der unteren Schicht eingreifen, und *vice versa*, wodurch denn ein förmliche Verzahnung beider Schichten hervorgebracht wird, welche Hundeshagen mit den Suturen der Schädelknochen vergleicht. An der ganzen, 24 F. hohen Fels- wand sieht man in Zwischenräumen von 8 bis 12 Zoll diese verzahnten Schichten- wechsel hinlaufen.

Auch die Rauchwacke und der Rauhstein sind in der Gegend von Allendorf sehr entwickelt, und bilden dort viele, zum Theil sehr grotteske Felsen. Sie entfalten eine grosse Manchfaltigkeit des Gesteinshabitus, erscheinen aber doch vorherrschend als cavernoser Dolomit, voll runder Löcher oder eckiger Zellen, welche letztere durch Wände von festerer Gesteinsmasse gebildet werden, und mit einer sandigen Dolomit-Varietät oder mit Asche erfüllt sind, die leicht herauswittert, und dann ein bloses Zellenskelet zurücklässt. Die Felsen haben daher ein ausgenagtes, zerfresse- nes und zerborstenes Ansehen; dabei fehlt jede Spur von Schichtung, während das Gestein von senkrechten Klüften und Spalten vielfältig durchschnitten wird. Ueber der Rauchwacke, welche oft stinksteinähnlich wird, liegt endlich noch an vielen Orten ein weisser, feinkörniger Gyps in grossen isolirten Stöcken*).

Etwas abweichend erscheint die Ausbildung der Zechsteinformation bei Riechelsdorf, welches durch die vielen dort vorkommenden Fisch- und Pflanzenreste berühmt worden ist; die Abweichung betrifft jedoch nur die obere Abtheilung, und besteht wesentlich darin, dass derselben in zwei ver- schiedenen Niveaus nicht unbedeutende Ablagerungen von braunlichrothen Letten eingeschaltet sind; von einem Gesteine, dem man sonst in der Zech- steinbildung nicht zu begegnen pflegt, während dasselbe im Rothliegenden eine sehr wichtige Rolle spielt, mit welchem daher durch dieses Vorkommen der

---

*) Hundeshagen, in Leonhards Min. Taschenb. 1817, S. 15 ff.

Zechstein von Riechelsdorf in eine weit innigere Verknüpfung gebracht wird, als solches ausserdem der Fall ist. Uebrigens ist die Gliederung der dortigen Zechsteinbildung fast ganz dieselbe, wie in Thüringen und Mansfeld.

Nach Heuser folgt über dem Rothliegenden, mit einer ungewöhnlichen, 10 bis 12 Lachter betragenden Mächtigkeit, das Grauliegende, welches von seiner Oberfläche herein etwa einen Zoll tief mit Bitumen und Kupfererzen imprägnirt und so weit bauwürdig ist. Darüber lässt nun die eigentliche Zechsteinbildung folgende Glieder unterscheiden:

A. Untere Abtheilung.

a) Kupferschiefer, 20 bis 28 Zoll mächtig, schwarz, geradschieferig, fest, beim Anschlagen stinkend, oft stark zerklüftet, und nur in der untersten, 4 bis 6 Zoll starken Lage so reichlich mit Kupfererzen imprägnirt, dass er schmelzwürdig wird. Fisch- und Pflanzenabdrücke kommen häufig, auch Ueberreste von Sauriern nicht so gar selten vor; doch sind es nach Althaus nur die beiden, unter den Namen der Unterschiefer und Oberschiefer bekannten Schieferlagen, welche diese organischen Ueberreste enthalten, während ausserdem fast nichts gefunden wird*).

b) Dachberge; so nennt der Riechelsdorfer Bergmann die 2 bis 9 Fuss mächtige untere Lage des Zechsteins, welche bituminöser und vollkommener schieferig ist, als dieser, und nach unten in den Kupferschiefer übergeht.

c) Zechstein; 3 Lachter mächtig, blaulichschwarz bis aschgrau, im Bruche flachmuschlig, zuweilen mit eingesprengtem Kalkspath oder Gyps, überall aber mit Glimmerschüppchen versehen; unvollkommen schieferig, aber deutlich geschichtet, ausserdem gewöhnlich nach zwei senkrechten Richtungen zerklüftet, die Klüfte oft mit Eisenocker oder Kalkspath erfüllt; auch hält er oft Eisenkies und Kupferkies, jedoch keine Fossilien.

B. Obere Abtheilung.

d) Sogenannter Sand, d. h. sandartiger, gelblichgrauer Stinkkalk, welcher bisweilen zu einem zerreiblichen, körnigen Gesteine zusammengebacken ist, also das Analogon der Thüringer Asche, 1 bis 1½ Lachter mächtig.

e) Stinkstein, ½ bis ¾ Lachter mächtig, graulichschwarz bis hellbraun, theils dick-, theils dünnschieferig, auch als Stinksteinbreccie ausgebildet.

f) Gyps, 5 bis 6 Lachter mächtig, meist schuppig-körnig, weiss, durch schwärzlichbraune Gypskörner porphyrartig, zuweilen Kugeln von strahligem Gyps, selten Spuren von Fasergyps haltend, oft mit Stinkstein innig gemengt; ungeschichtet.

g) Letten, 7 bis 8 Lachter mächtig, braunlichroth, sehr fett, ganz erfüllt von zahllosen Fasergyps-Trümern, auch mit knolligen Massen von grauem, schuppigem Gyps, welche oft nach Innen und Aussen schön drusig sind.

h) Rauchwacke, 7 bis 8 Lachter mächtig, blaulichgrau, dicht, splitterig, zuweilen poros, die Poren in lauter parallele Ebenen vertheilt; geschichtet und stark zerklüftet, die Kluftwände drusig.

i) Letten, 4 bis 5 Lachter mächtig, braunroth und oft sandig.

k) Rauhstein, 6 bis 7 Lachter mächtig, voll eckiger Zellen mit drusigen Wänden; gelblichgrau, fest, rauh, mächtig geschichtet und stark zerklüftet durch senkrechte Spalten.

---

*) Althaus, in Münsters Beiträgen zur Petrefactenkunde, V, S. 58.

Das ganze Schichtensystem wird von vielen Gängen durchsetzt, auf welchen d dortigen Kobalterze einbrechen, obwohl Baryt und Strahlgyps die Hauptmasse de selben bilden; sie sollen sich meist oben im Zechstein und unten im Grauliegend auskeilen, und verursachen viele Verwerfungen oder Sprünge des Flötzes *).

Wenn schon bei Riechelsdorf in der oberen Abtheilung der Zechsteinbi dung eine Einschaltung solcher Schichten Statt findet, wie sie ausserdem n im Rothliegenden, oder auch im Buntsandsteine vorzukommen pflegen, so i diess noch weit mehr der Fall bei Frankenberg, an der westlichen Grän von Kurhessen. Das Frankenberger Schichtensystem ist immer der Zechsteinbil dung zugerechnet worden, während es doch in petrographischer Hinsicht we eher an Rothliegendes oder an Buntsandstein erinnert**).

Dasselbe lässt einen mehrfachen Wechsel von rothem Sandstein und Conglomerat, von Schieferthon, Letten und Kalkstein erkennen, und umschliesst nach unten das eigentliche Erzflötz, einen blaulichgrauen Schieferthon oder Letten, welcher allerlei, mit Kupfererzen imprägnirte Pflanzenreste, darunter auch die bekannten, in Kupferglanz umgewandelten sogenannten Frankenberger Kornähren, (Zweige von *Cupressites Ullmanni Bronn* oder *Ullmannia Bronnii Göpp*) enthält. Wenn also die bisher allgemein angenommene Ansicht richtig ist, dass diese Schichten der Zechsteinbildung angehören, so würde dieselbe hier auf eine Weise entwickelt sein, welche an gewisse Vorkommnisse in Grossbritannien, und zugleich mit diesen an die Ausbildungsweise der permischen Formation in Russland erinnert***).

Schulze giebt die folgende Schichtenreihe an, wie solche mit einem Schachte im Gnadenthaler Reviere durchsunken worden ist; von oben nach unten:

1. $^1/_2$ Lachter mit Sand gemengter Mergel;
2. $^1/_2$ Lr. lichtrother feinkörniger Sandstein;
3. 6 bis 8 Lr. rothes Sandstein-Conglomerat mit zollgrossen Geschieben;
4. $^1/_8$ Lr. röthlich-brauner Letten;
5. 6 bis 8 Lr. gelblicher Letten;
6. 7 Lr. dunkelbrauner Letten;
7. $^1/_{16}$ Lr. röthlichgrauer feinkörniger bis dichter Kalkstein;
8. $^1/_4$ Lr. gelblichgrauer poroser Kalkstein;
9. 3 Lr. bunter Letten;
10. $^1/_{10}$ Lr. braunlichgrauer feinkörniger Sandstein;
11. $^1/_8$ Lr. braunlichgrauer Schieferthon, bisweilen erzhaltig, mit Pflanzenresten

---

*) Heuser, in Leonhards Min. Taschenb. 1819, S. 311 ff.

**) Daher erklärte auch Schulze, dass er über die Frankenberger Kalksteine lieber gar keine Bestimmung wagen, als sie zum Zechsteine rechnen wolle, indem ihm das ganze dortige Schichtensystem weit richtiger zur Buntsandstein-Formation zu gehören scheine. Dagegen betrachtet es Dunker als eine der Kupferschieferformation angehörige, obwohl in petrographischer Hinsicht höchst abweichende Bildung. Paläontographica, I, 1846, S. 33.

***) Vielleicht sind die Frankenberger Schichten identisch mit den nachher zu erwähnenden Schichten von Leitmar bei Stadtberge, und der obersten Etage der permischen Formation beizurechnen. Württenberger ist sogar geneigt, die tiefste, besonders durch Conglomerate mit dolomitischem Bindemittel charakterisirte Etage der, über den Frankenberger Schichten liegenden Buntsandstein-Formation von dieser letzteren zu trennen, und als ein Analogon des Vogesensandsteins zu betrachten. Neues Jahrb. für Min. 1859, S. 154 f.

12. $^3/_4$ Lr. grünlichblauer feinsplittriger Kalkstein;
13. $^3/_4$ Lr. blaulichgrauer Schieferthon;
14. 2 bis 4 Zoll röthlichgrauer Kalkstein, oft glimmerreich;
15. 6 bis 14 Zoll Erzflötz, ein blaulichgrauer, geradschieferiger Thon, mit den vererzten Pflanzenresten;
16. rother feinkörniger Sandstein, und endlich
17. Grauwacke und Thonschiefer.

Diese Schichtenreihe ist allerdings so abweichend von dem, was man sonst im Gebiete der Zechsteinbildung zu beobachten Gelegenheit hat, dass man sich nicht wundern kann, wenn Schulze ihre Zugehörigkeit zu dieser Bildung in Zweifel stellte. Vergl. dessen Aufsatz in Leonhard's Min. Taschenb. 1820, S. 105 ff.

4. Zechstein in Westphalen.

Aus der Gegend von Frankenberg zieht sich die Zechsteinbildung nordwärts durch das Fürstenthum Waldeck bis nach Stadtberge in Westphalen, und zeigt auf diesem Zuge sowohl bei Thalitter als auch bei Stadtberge eine eigenthümliche Ausbildung des Kupferschiefers, welcher nicht zu einem einzigen Flötze zusammengehalten, sondern in sehr viele, ganz schmale, dem Zechsteine eingeschaltete Lagen zerschlagen ist. Ueber dem Zechsteine folgen dann noch die Rauchwacke und andere Gesteine der oberen Abtheilung, endlich rothe oder bunte Mergel und Thone nebst röthlichbraunem Rogenstein, über welchem bei Leitmar das sogenannte Kupferlettenflötz liegt, welches einige Aehnlichkeit mit dem Frankenberger Erzflötze zu besitzen scheint, und, wie dieses, von bunten Thonen, Mergeln und Sandstein bedeckt wird.

Nach Buff ist der Zechstein bei Stadtberge 5 bis 6 Lachter mächtig, meist unmittelbar dem Thon- und Kieselschiefer aufgelagert, regelmässig geschichtet, und, bis auf die theilweise gelblichgraue und bräunlichrothe Färbung, von der gewöhnlichen Beschaffenheit. Innerhalb dieses Zechsteins liegen nun 10 bis 30, ganz schmale und höchstens 2 Zoll starke Flötze eines graulichweissen bis licht braunlichgrauen, kupfererzhaltigen Mergelschiefers, welcher jedoch nach der Tiefe dem gewöhnlichen bituminösen Kupferschiefer immer ähnlicher werden soll; in diesen dunkleren Flötzen sind es fein eingesprengte geschwefelte Kupfererze, in jenen hellfarbigen dagegen Malachit, Kupferlasur und Kupfergrün, welche die Erzführung ausmachen. Die Rauchwacke, welche am Bilsteine nur 3 bis 4, am Heidling 8 bis 9, und bei Kanstein an 11 Lachter Mächtigkeit erreicht, ist theils geschichtet, theils massig, und im letzteren Falle gewöhnlich sehr höhlenreich. Nach oben geht sie in einen geschichteten grauen Kalkstein über, welcher stellenweise mit grauen und bräunlichrothen Thonschichten wechselt, in denen kleine Gypsstöcke vorkommen. Von dem bei Leitmar über dem Rogensteine liegenden, 2 bis 3 F. mächtigen Kupferlettenflötze sagt Buff, dass es aus gelblich- und graulichweissem Letten besteht, der mit feinen Körnern und Graupen von erdigem Kupfergrün (oder Malachit) und Kupferlasur, und einzelnen Mergel- und Kalkstein-Bruchstücken mit daran sitzenden vererzten Pflanzentheilen gemengt ist*). Sind wir berechtigt, mit Murchison, Verneuil, v. Braun und Geinitz die untersten Schichten des Buntsand-

*) Buff, in Nöggerath's Gebirge in Rheinland-Westphalen, II, 1823, S. 162; über die eigenthümliche Ausbildung des Kupferschiefers gab ebendaselbst S. 139 v. Dechen einige Mittheilungen, während er sich über die ganze Bildung in seiner geogn. Uebers. des Reg.-Bezirks Arnsberg, S. 49 ff., etwas ausführlicher aussprach.

steins und namentlich die Rogensteine von ihm zu trennen, und mit der perı schen Formation zu vereinigen, so würde das Kupferlettenflötz von Leitmar noch den Bereich dieser letzteren Formation gezogen werden können, und so würde au der Vereinigung der Frankenberger Schichten mit der permischen Formation k petrographisches Bedenken mehr entgegenstehen.

Auch bei Ibbenbühren, im nördlichsten Theile Westphalens, ist die Zec steinbildung bekannt, welche daselbst mit dem Weissliegenden und bitumin sem Mergelschiefer, sowie mit dem eigentlichen Zechsteine und Dolomite auftri

Das erzleere Mergelschieferflötz ist, einschliesslich der mit ihm wechselnd Dolomitschichten, 5 Fuss mächtig; der Zechsteinkalk führt hier und da Bleigla und Pyrit; der Dolomit aber gewinnt einige Wichtigkeit durch seine Erzführun Derselbe enthält nämlich Nester und Trümer von Brauneisenerz und Galmei, wel es deutlich erkennen lassen, dass sie ihre Entstehung späteren Einflüssen zu ve danken haben; dabei erscheinen in Drusen krystallinische Quarze, im Dolomite se Concretionen von Hornstein. Die Fortsetzung dieser Zechstein-Ablagerung ers am Piesberge, nördlich von Osnabrück, als Zechsteinkalk zwischen der Kohlenfo mation und dem Buntsandsteine. Castendyk, im Neuen Jahrb. für Min. 1853, S. 31

5. Zechstein bei Gera im Fürstenthum Reuss.

Ueber die reichhaltige und schön aufgeschlossene Zechsteinbildung der Ge gend von Gera sind in neuerer Zeit besonders durch Liebe und Eisel sehr lehr reiche Mittheilungen veröffentlicht worden*), aus denen die folgende kurz Schilderung entnommen ist.

Das Elsterthal durchschneidet bei Gera in nordnordwestlicher Richtung di älteren thüringischen Formationen. Ueber der Grauwacke, welche südlich un südöstlich von Gera überall zu Tage austritt, lagert zunächst das Rothliegend nebst dem Grauliegenden, welches letztere durchgängig dem Rande der Zech steinbildung folgt, ausserdem aber über dem Rothliegenden nirgends vorhanden ist. Die Zechsteinbildung selbst ist dem Rothliegenden concordant aufgelagert und lässt eine sehr vielartige Zusammensetzung erkennen, welche zum Theil i den localen Verschiedenheiten der Bildungsräume begründet ist. Uebrigens las sen sich auch bei Gera eine untere und eine obere Abtheilung unterscheiden obgleich solche durch petrographische Uebergänge mit einander verbunden un auch paläontologisch nicht so streng geschieden sind, wie diess wohl in andere Gegenden der Fall ist.

A. Untere Abtheilung.

1. Grauliegendes. Dasselbe besteht zuvörderst aus einer Ablagerung vo unten hellgrau und oben gelb gefärbtem Conglomerate oder Sandstein, dessen kla tische Elemente Brocken von Quarz, Grauwacke, Schiefer und Lydit sind, während das Bindemittel ein mehr oder weniger kalkiger Schlamm ist. Stellenweise (wie in der sogenannten Schiefergasse am linken Ufer der Elster) erscheinen darüber feste Bänke des von Liebe sogenannten conglomeratartigen Zechsteins, welcher sich durch die Kleinheit der, meist aus Grauwacke bestehenden Fragmente, und

*) Liebe, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VII, 406 ff. und IX, 407 und 420; Eisel in Zeitschr. für die gesammten Naturwissenschaften, 1856, Juli, S. 16 f. und 1859, Nov. 345 ff

durch das dolomitische Bindemittel, besonders aber dadurch auszeichnet, dass in ihm *Lingula Credneri, Productus Leplayi* und *Rhynchonella Geinitziana* als charakteristische Fossilien vorkommen.

2. Bituminöser Mergelschiefer; (Schwarzer Zechstein Liebe's). Ein sehr bituminöser und kohliger, fester, dünnschichtiger Mergelschiefer, welcher an einzelnen Orten nach oben mit weichem Mergelschiefer wechselnd ein höchstens drei Fuss mächtiges Lager bildet. Dasselbe ist der unzweifelhafte Vertreter des Kupferschiefers anderer Gegenden, obgleich sein Gestein mehr oder weniger reich an Magnesia, und oft mit viel Bleiglanz und Pyrit, aber nur mit wenig Kupferkies versehen ist. Die von Eisel aufgeführten organischen Ueberreste, unter denen sich auch *Palaeoniscus Freieslebeni, Pygopterus Humboldti, Proterosaurus Speneri* befinden, sie beweisen die Richtigkeit jener Deutung, mit welcher auch die petrographische Beschaffenheit und die bathrologische Stellung der Schicht in völligem Einklange steht.

3. Kalkzechstein, oder Zechstein in der engeren Bedeutung des Wortes. Diese Etage, welche sich nach Südosten unmittelbar über das Rothliegende und die Grauwacke, und folglich übergreifend über die beiden vorhergehenden Glieder verbreitet, zeigt in verschiedenen Regionen eine verschiedene Facies. Im Norden besteht sie nämlich aus einem dunkelfarbigen, glimmerreichen, dickschichtigen Kalkstein, dessen Schichten durch schmale Zwischenlagen eines bituminösen Mergels getrennt werden, und wohlerhaltene Ueberreste von *Productus horridus, Spirifer undulatus, Strophalosia lamellosa, St. Goldfussi, Orthis pelargonata, Camaraphoria Schlotheimi, Fenestella retiformis* u. a. Fossilien enthalten. Im Süden dagegen erscheinen hellfarbige, fast glimmerfreie, stark dolomitische Kalksteine ohne mergelige Zwischenlagen mit *Gervillia ceratophaga, Pleurophorus costatus, Leda speluncaria, Nucula Beyrichi, Dentalium Speyeri* u. a. Fossilien, welche jedoch nur als Steinkerne und Abdrücke erhalten sind. Im Osten endlich, zwischen Schwara und Trebnitz, da sind es graulichweisse, durch eingesprengten Bleiglanz ausgezeichnete und mit Zwischenlagen von Mergel versehene Kalksteine, welche meist ganz erfüllt sind mit Schalen von *Productus horridus*, zu denen sich auch einige andere Fossilien gesellen*).

4. Mergelzechstein. Diese im Mittel 20 Fuss mächtige Etage, welche zugleich mit der vorigen den eigentlichen Zechstein repräsentirt, zeigt in ihrer ganzen Ausdehnung eine grosse Beständigkeit ihrer Eigenschaften, indem sie überall aus vorwaltenden grauen Mergelschichten mit zwischenliegenden Schichten und Nieren eines harten und zähen, ursprünglich blaulichgrauen, durch die Einwirkung der Atmosphärilien aber gelb verfärbten Kalksteins besteht. Die tiefsten und die höchsten Schichten sind am reichsten an kohlensaurer Magnesia, während die mittleren nur ein paar Procent davon enthalten. Mehrorts beginnt dieser Mergelzechstein mit einer zolldicken kohligen Mergellage. Fossilien sind selten; bezeichnend ist *Panopaea lunulata*, zu welcher sich Species von *Strophalosia, Gervillia, Arca, Cardita* gesellen. *Productus horridus* findet sich einzeln noch in den untersten Schichten, um dann zu verschwinden: *Spirifer undulatus* fehlt gänzlich**).

---

*) Bei Köstritz wird der untere Zechstein grösstentheils durch einen bräunlichgelben Dolomit vertreten, welcher von *Fenestella retiformis, Ichthyorachis dubia* und *Acanthocladia angusta* ganz erfüllt ist, und sonach ein wahres Riff von Bryozoënstöcken darstellt. Liebe, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IX, S. 420. Derselbe Verf. gab im Neuen Jahrb. für Min. 1853, S. 769 ff. eine Beschreibung der Zechsteinbildung im Orlathale, wo dergleichen Riffe von Bryozoënstöcken eine sehr wichtige Rolle spielen. Eine lehrreiche Schilderung der Gegend von Pössneck gab Zerrenner in Zeitschr. der geol. Ges. III, 803 ff.

**) Eisel hat gezeigt, dass nahe an der Küste des alten Zechsteinmeeres, wie z. B. im Zaufensgraben bei Gera, die meisten Gesteine dieser unteren Abtheilung der Zechsteinbildung durch Dolomite und dolomitische Kalksteine vertreten werden, wie diess auch Liebe zum Theil schon erkannt hatte.

B. Obere Abtheilung.

5. Rauchwacke. Dieses Glied, mit welchem man gewöhnlich die obere A
theilung der Zechsteinbildung beginnen lässt, ist allerdings bei Gera mit dem v
hergehenden Gliede so innig verbunden, dass zwischen beiden keine scharfe Grä
gezogen werden kann. Desungeachtet scheint es nach denen in anderen Gegend
waltenden Verhältnissen gerechtfertigt, auch hier einen Abschnitt anzunehmen, o
gleich die Demarcationslinie mehr oder weniger unbestimmt gelassen werden mu

Diese, 30 bis 40 Fuss mächtige und sehr regelmässig geschichtete Etage b
steht wesentlich aus Dolomit, dessen Schichten in der Mitte am mächtigsten sin
nach unten und oben aber immer dünner werden, auch abwärts mit Mergelschic
ten wechseln. Stellenweise zeigen die oberen Schichten eine ausgezeichnete oo
thische Structur, anderwärts eine Zusammensetzung aus bis zollgrossen, wunde
lich gestalteten Concretionen; auch aschenähnliche Bildungen sind mehrfach be
kannt. Die häufigsten Fossilien der eigentlichen Rauchwacke sind *Mytilus Hau
manni*, *Gervillia ceratophaga*, *Dentalium Speyeri*, *Schizodus Schlotheimi*, *Arca tu
mida*.

6. Oberer Kalkschiefer, (Stinkstein z. Th.). In der Hauptsache sin
es dünnschichtige und fast schieferige Schichten eines gelblichgrauen bis graubr
nen, dichten, dolomitischen, stinkenden Kalksteins, dessen Schichtungsflächen o
mit Dendriten geschmückt sind, während im Gesteine selbst sparsame Steinkern
und Abdrücke von *Schizodus* und einer *Nucula* vorkommen. Gegen die alten Kü
stenränder hin verändert jedoch das Gestein seinen Habitus, und wird zu feinkö
nigen, zelligen und cavernosen Dolomiten. Die Mächtigkeit des ganzen Schichten
systems beträgt mindestens 20 Fuss.

7. Rother Zechsteinmergel. Diese jüngste, gänzlich fossilfreie Etage de
Geraer Zechsteinbildung besteht wesentlich aus rothen Mergeln, welche nur an ih
rer Basis grünlich und lettenartig erscheinen, und kurze Schichten sowie zahlreich
Knollen von Kalkstein umschliessen. Nach oben scheinen zwischenliegende Sand
steinschichten einen Uebergang in die Buntsandstein-Formation anzudeuten; da je
doch dasselbe Glied anderwärts in der Gegend unter dieser Formation vermisst
wird, so dürfte es noch der permischen Formation beizurechnen sein. Merkwürdig
ist der Reichthum an Schaumkalk, welcher nicht nur rein in den Höhlungen des
Gesteins vorkommt, sondern auch ganze Schichten von schuppiger Structur zusam
mensetzt.

6. Zechstein im Königreiche Sachsen.

In denen, am Ausgange des Erzgebirgischen und des Oschatz-Frohburger
Bassins gelegenen Gegenden des Pleissethales, bei Crimmitzschau, Schmölln,
Zehma und Altenburg, sowie innerhalb des letzteren Bassins einerseits bei
Frohburg und Geithain, anderseits bei Mügeln, ist über dem Rothliegenden auch
die Zechsteinbildung zur Entwickelung gelangt, deren an der Pleisse und bei
Geithain befindliche Ablagerungen wohl nur als die Ausgehenden, oder richtiger
als die dem ursprünglichen Bildungsrande angehörigen Ausstriche der weiter-
hin in Thüringen bekannten Ablagerungen derselben Formation zu betrachten
sind. Daher kann es denn auch nicht befremden, dass die ganze Bildung in die-
sen Gegenden eine so geringe Mächtigkeit und eine solche petrographi-
sche Einförmigkeit zeigt, wie sie in ihren bisher betrachteten Territorien
nicht angetroffen wird.

In der That erscheint die ganze Zechsteinbildung jener Gegenden als ein ziemlich unbedeutendes, meist nur 10 bis 20, höchstens 30 oder 40 Fuss mächtiges Schichtensystem*), welches vorwaltend aus gelblichweissen bis licht isabellgelben, gelblichgrauen oder aschgrauen, oft mehr oder weniger magnesiahaltigen, auch mit Kupfererzen oder mit Bleiglanz sparsam versehenen Kalksteinen besteht, denen zuweilen Sandsteine und Schieferthone eingeschichtet sind, während sie von rothen Sandsteinen und Schieferletten bedeckt werden, welche man gewöhnlich zur Buntsandsteinbildung rechnet, obwohl sie vielleicht noch theilweise der permischen Formation angehören dürften. Lässt sich diese letztere Ansicht rechtfertigen, so würde die Zechsteinbildung von Mügeln, Geithain, Meerana und Crimmitzschau allerdings nur als eine unbedeutende Einlagerung in der obersten Etage des Rothliegenden zu betrachten sein.

Die Zechsteinbildung erreicht in den Gegenden des Pleissethales, so weit solche anstehend zu beobachten ist, ihre grösste Mächtigkeit bei Grothenleithe, wo sie 20 bis 30 Fuss stark sein soll, während sie gewöhnlich die Stärke von 12 Fuss nicht übersteigt. Der Kalkstein ist gewöhnlich von aschgrauer, gelblichgrauer und röthlichgrauer Farbe, welche einerseits in gelb und weiss, andrerseits in roth übergeht. Im Bruche ist er theils dicht, theils grob- und feinsplitterig, selten unvollkommen körnig. Hier und da wird er von Kalkspathadern durchzogen, und an manchen Orten, wie z. B. bei Wahlen, zeigt er in den oberen Schichten Blasenräume und kleine Höhlungen, auch drusige und zerfressene Stellen, wodurch er sich der Rauchwacke nähert, während er grösstentheils mehr dem eigentlichen Zechsteine ähnlich ist. Auf den Klüften ist er oft mit sehr zierlichen dendritischen Zeichnungen versehen, und im Innern kommen mehrorts ziemlich häufige Petrefacten vor, welche jedoch nur als Steinkerne und Abdrücke ausgebildet sind. — Von fremdartigen Beimengungen sind besonders Bleiglanz, Malachit und Kupferlasur zu bemerken, von denen der erstere meist eingesprengt, die beiden anderen mehr als Anflug vorzukommen pflegen. Doch sollen sich diese Erze vorzüglich nur in den nördlicheren Gegenden finden, wo man selbst Spuren des Kupferschieferflötzes gefunden haben will.

Der Kalkstein ist immer deutlich geschichtet; seine Schichten sind von einem Zoll bis über einen Fuss mächtig, und gewöhnlich durch Zwischenlagen eines grauen, mergeligen Thones, zuweilen auch durch förmlichen Schieferthon von einander abgesondert. In der Regel durchsetzen viele senkrechte Klüfte das Gestein, und bedingen dadurch eine parallelepipedische Absonderung. Uebrigens liegt dieser Zechstein fast überall horizontal auf dem Rothliegenden, und wird meist eben so regelmässig von rothem Sandstein und Schieferletten bedeckt**).

Bei Frohburg und Geithain findet sich ein ganz ähnlicher, graulich- und gelblichweisser, bis isabellgelber und aschgrauer, oft cavernoser oder blasiger, übrigens

*) Nur an einem einzigen Puncte, bei Priesnitz zwischen Borna und Geithain, ist durch ein Bohrloch eine Mächtigkeit von 42 Fuss nachgewiesen worden. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen, Heft II. S. 158.

**) Hiervon kommen jedoch merkwürdige Ausnahmen vor, wie z. B. nach v. Gutbier bei Langenreinsdorf unweit Crimmitzschau, wo die Oberfläche des Zechsteins sehr bedeutende z. Th. sackförmige Erosionen zeigt, deren Vertiefungen mit braunem Mulm und grünem Thon ausgefüllt sind, über welche sich dann die bunten Thone in noch sehr undulirten Schichten ausbreiten; was offenbar eine Pause in der Bildungszeit beurkundet, während welcher der Zechstein dem Wellenschlage ausgesetzt war. Die Versteinerungen des Zechsteingebirges und Rothliegenden, Heft II, 1849, S. 4.

dichter Kalkstein, dessen Cavitäten zuweilen mit etwas Buntkupferkies, Kupferkie Kupferlasur oder Malachit bekleidet, oder theilweise mit Bleiglanz erfüllt sind, we cher letztere auch eingesprengt oder auf Klüften angeflogen vorkommt. Die Schic tungsfugen und Klüfte zeigen ausserdem häufig feine Dendriten; auch sind Petr facten, meist undeutliche Kerne von Bivalven, stellenweise nicht selten. Die Schic tungsflächen sind eben im Grossen, schwach undulirt im Kleinen; zuweilen au mit wulstförmigen Eindrücken und Erhöhungen versehen *). Gewöhnlich werd die Schichten durch ganz schwache, etwas bituminöse Lettenlagen abgesonder zuweilen aber wechseln sie förmlich mit Schichten von Sandstein, Sandstei schiefer, Schieferthon und Thonmergeln, wie besonders in den Tautenhainer un Ebersbacher Kalkbrüchen, wo sich auch häufig halbverkohlte Pflanzenreste un selbst brandschieferähnliche Lagen finden. Die Mächtigkeit des Zechsteins schwan in diesen Gegenden zwischen 6 und 24 Fuss; bei Priesnitz ist er zwar 42 Fus tief durchbohrt worden, unter denen sich jedoch über 5 Fuss Sandsteinschichten befinden, welche daselbst mitten zwischen Kalksteinschichten auftreten.

In der Gegend von Mügeln ist der Zechstein an vielen Puncten zwischen Paschkowitz und Zschochau durch Steinbrüche aufgeschlossen; er gleicht im Allgemeinen ganz den Gesteinen von Geithain, und hält nach Merbach's Analysen 14 bis 19 pC. Magnesia, ist also ein dolomitischer Kalkstein. Auch enthält er in kleinen Cavitäten und auf Klüften Bleiglanz und Spuren von Kupferkies, Fahlerz, Kupferlasur und Malachit, während ausserdem auf den Kluftflächen feine und wunderschöne dendritische Zeichnungen aufgetragen sind. Das Gestein ist ziemlich dünn geschichtet, und zeigt dabei oft etwas unebene, mit wulstförmigen, seltener mit zapfenförmigen Erhöhungen versehene Schichtungsflächen. Versteinerungen sind äusserst selten und von Geinitz als *Schizodus Schlotheimii* und *Mytilus Hausmanni* bestimmt worden. Zwischen den unteren Schichten finden sich auch hier dünne Lagen von Schieferthon und Sandsteinschiefer ein, wie denn auch die ganze Bildung auf rothen Sandsteinen liegt, und stellenweise von rothem Schieferletten bedeckt wird.

Der Mügelner Kalkstein dürfte seiner Beschaffenheit nach dem Zechsteine im engeren Sinne des Wortes und der Rauchwacke am nächsten stehen, und scheint über dem Rothliegenden in einem isolirten, seichten Bassin des Porphyrterrains abgesetzt worden zu sein.

7. Zechstein in Schlesien.

Auch bei Löwenberg und Goldberg in Schlesien ist die Zechsteinbildung bekannt, und das dortige Vorkommen gewinnt deshalb einiges Interesse, weil es überhaupt das östlichste in Teutschland ist. Sie erreicht daselbst an ihrem Ausgehenden nur eine geringe Mächtigkeit, folgt von Logau (unweit Lauban über Neuland und Löwenberg bis Conradswalde in westöstlicher Richtung dem Rothliegenden, wendet sich dann etwas nach Norden gegen Prausnitz, mit Thonschiefer im Liegenden, und läuft dann mit einem Gegenflügel an Goldberg vorbei in ostwestlicher Richtung bis nach Gröditzberg. Von Neuland aus nach Osten zieht sich immer ein Streifen bunter Sandstein im Hangenden des Zechsteins hin. Es sind fast alle wichtigeren Gesteine der Zechsteinbildung vorhanden, bituminöser Mergelschiefer, Kalksteine, Dolomite und auch Gyps, welcher bei Neuland einen bedeutenden Stock bildet; die Petrefacten aber, über welche Moritz

*) Von Corbusen bei Ronneburg erwähnt Geinitz auch Stylolithen, sowie kugelige nierförmige, herzförmige und walzenförmige Gestalten, was an die merkwürdigen Concretionen des Englischen Zechsteins erinnert. Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 642.

Grünewaldt genauere Bestimmungen mitgetheilt hat*), bestätigen die schon aus den Lagerungsverhältnissen sich ergebende Folgerung, dass wir es auch hier mit der oberen Abtheilung der permischen Formation zu thun haben.

Bei Logau steht der Zechstein am rechten Ufer des Queiss an, und ist auch in mehren Steinbrüchen entblöst; über dem Weissliegenden, welches als weisses Conglomerat mit verkohltem Holze und etwas Kupfergrün erscheint, liegt grauer, dichter, sehr fester Kalkstein, welcher nach oben dünnschichtig wird, und in einer wellenförmig krummschieferigen Schicht ganz erfüllt mit *Productus horridus* ist.

Bei Giessmannsdorf wird der graue dichte Kalkstein von gelblichem, dünnschichtigem, aber stark zerklüftetem Kalkstein bedeckt, über welchem eine gelblichgraue, aus höchst feinen staubartigen Theilen bestehende Masse (also Asche) liegt, die ganz regellos gestaltete Partieen von gelblichem sandigem Kalkstein und Dolomit umschliesst. Bei Neuland sieht man nur Gyps, welcher dicht und feinkörnig, grau und weiss geadert, und an seinem Ausstriche etwa 80 F. mächtig ist. Von Neuland bis Siebeneichen ist der Zechstein fast ununterbrochen zu verfolgen und bei letzterem Orte, am linken Ufer des Bober, in den Steinbrüchen sehr deutlich aufgeschlossen. Er erscheint als ein dichter, hellgelber Kalkstein, reich an Quarzdrusen, und nicht viel über 30 Fuss mächtig.

Vom Bober bis zum Katzbache wird der Zechstein von aufgeschwemmtem Lande bedeckt; erst am linken Ufer des Katzbaches bei Neukirch erscheint er wieder zwischen Rothliegendem und Buntsandstein, als Kalkstein und Mergelschiefer, mit Anflug von Malachit und Kupfergrün. Weiterhin, auf beiden Seiten des Thales von Polnisch-Hundorf, haben auf dem Mergelschiefer bergmännische Versuche Statt gefunden; eben so bei Conradswalde, wo viele Spuren eines sehr alten Bergbaues in einer grossen Menge von Halden vorliegen. In den Willmannsdorfer Kalkbrüchen erscheinen die obersten Schichten oft als Dolomit, welcher oft grosse Massen mit einer eigenthümlichen krummschaligen Absonderung bildet. Auch bei Prausnitz finden sich sehr viele Spuren ehemaligen Bergbaues. In den Kalkbrüchen von Hasel aber ist der Zechstein wenigstens 60 Fuss mächtig aufgeschlossen, enthält nicht selten weisse Quarzdrusen, auch sehr ausgezeichnete Stylolithen, und erscheint in manchen Schichten als Dolomit. H. v. Dechen, a. a. O. S. 103 bis 123.

Zweites Kapitel.

Permische Formation in England.

§. 374. *Rothliegendes in England.*

Die permische Formation Grossbritanniens zeigt in ihrer Ausbildung noch die sehr auffallende Uebereinstimmung mit den meisten teutschen Vorkommnissen, dass sie fast überall zwei selbständige Formationsglieder, den *lower new red sandstone* oder das Rothliegende, und den *magnesian limestone* oder den Zechstein unterscheiden lässt. Doch kennt man dort auch über dem Zechsteine rothe

*) In Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. III, 1851, S. 241 f. Die bei Logau sehr häufig vorkommenden Exemplare von *Productus horridus* waren schon lange bekannt; v. Grünewaldt hat noch mehre andere ächt permische Formen nachgewiesen. Die geognostischen Verhältnisse der Schles. Zechsteinbildung beschrieb v. Dechen, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 11, 1838, S. 84 ff.

Sandsteine und Mergel, welche Murchison mit der permischen Formation ver nigt, und deren Vorkommen ihn bestimmte, diese ganze Formation als eine tere oder untere Trias einzuführen.

Wo die permische Formation in England vollständig vorliegt, sagt Murchis da besteht sie von unten nach oben aus

1. Rothen oder gelben Sandsteinen und Conglomeraten,
2. Mergelschiefer und dolomitischen Kalksteinen, und
3. Rothem Sande und Mergel.

Auch in England bildet also der Kalkstein das mittlere Glied einer unter Trias; denn die unmittelbar über ihm liegenden rothen Sandsteine und Mer gehören mit zu der permischen Formation. *Siluria*, 2. *ed. p.* 347 u. 350.

Das Rothliegende ist in England, noch weit mehr wie in Teutschland, a eine Sandsteinbildung in der eigentlichen Bedeutung des Wortes charakteri sirt; denn es fehlen ihm fast gänzlich jene groben Conglomerate, jene Einlagerungen von Porphyren und Melaphyren, von Thonsteinen und Porphyrpsammiten, welche das teutsche Rothliegende in denjenigen Gegenden auszuzeichnen pflegen, wo es zu einer bedeutenderen Entwickelung gelangt ist.

Doch kennt man bei Exeter in Devonshire eine Melaphyr-Einlagerung auf 1 engl. Meilen Länge; Conglomerate kommen bei Knaresborough in Yorkshire sowie in den nordwestlichen Grafschaften vor, und grobe Breccien sind ziemlich verbreitet in Staffordshire.

William Smith erkannte schon das Rothliegende Englands als ein eigenthümliches Glied in der Reihe der dortigen Sedimentformationen, welches er, nach einem Puncte seines Vorkommens, unter dem Namen *Pontefract-rock* aufführte. Conybeare aber sprach wohl zuerst die Ansicht aus, dass diese Sandsteinbildung das wirkliche Aequivalent des teutschen Rothliegenden sei. Vorzügliches Verdienst um die nähere Kenntniss derselben erwarb sich Sedgwick, welcher ihre Verhältnisse in den Grafschaften Durham, York, Nottingham und Derby genauer erforschte, sie auch später in Cumberland nachwies, während Murchison ihre Territorien in Worcester, Staffordshire und Shropshire, De-la-Beche ihre Vorkommnisse in Somersetshire und Devonshire beschrieb.

Dunkelrothe, bisweilen hellgraue oder gelblichbraune Sandsteine, welche oft reich an Feldspathkörnern, in ihren feineren Varietäten aber sehr thonig und glimmerreich sind, lockerer und loser Sand, sowie Schieferletten, oder rothe und bunte Mergel (*marls*), sind die herrschenden Gesteine des Englischen Rothliegenden, während eigentliche Conglomerate zu den seltenen Vorkommnissen gehören. Eisenoxyd ist das charakteristische Pigment der ganzen Bildung, und bisweilen, wie z. B. bei Luckham und Brockwell in Somersetshire, zu förmlichen Schichten von Rotheisenstein, und anderwärts zu Schichten von Rotheisenocker concentrirt. Kalkstein, in der Form von Nieren und von Schichten oder Lagern, ist hier und da bekannt. Von organischen Ueberresten werden fast nur Pflanzen erwähnt, und auch diese scheinen nur an einigen Puncten vorzukommen.

Die Mächtigkeit des Englischen Rothliegenden ist gewöhnlich nicht sehr bedeutend, steigt nur selten bis zu mehren hundert Fuss, sinkt oft auf wenige Fuss herab, und ist überhaupt häufigen Wechseln unterworfen, was z. Th. in

in Unebenheiten der Auflagerungsfläche begründet ist. Es erscheint überall als ein treuer Begleiter der Zechsteinbildung, unter welcher es hervortritt, während es sich durch seine Lagerung ganz entschieden als das, unmittelbar auf die Steinkohlenformation folgende Glied der Englischen Sedimentformationen zu erkennen giebt. Oftmals, wie namentlich in Staffordshire und Shropshire, bedeckt es die Steinkohlenformation in concordanter Lagerung, und schliesst sich auch petrographisch so innig an dieselbe an, dass ein ganz allmäliger Uebergang aus der carbonischen in die permische Formation vorliegt, welcher es kaum erlaubt, eine Discontinuität der Bildung anzunehmen. Allein Sedgwick hebt es hervor, dass, wenn auch häufig gleichförmige Auflagerung Statt finde, so doch im Allgemeinen das Rothliegende Englands durch discordante Lagerung und durch die Verschiedenheit seiner Verbreitungsgebiete von der Steinkohlenformation getrennt werde. Dennoch fällt auch in England diese Sandsteinbildung des Rothliegenden, oder die permische Formation überhaupt, so gewöhnlich in das Gebiet der Steinkohlenformation, dass diese letztere bereits an vielen Puncten unter der ersteren mit glücklichem Erfolge aufgesucht worden ist.

Sedgwick hatte früher die von ihm als *lower red sandstone* bezeichneten Schichten, welche in Yorkshire und Durham zwischen dem Zechsteine und der Kohlenformation liegen, mit der letzteren vereinigt, ersah aber später aus Smith's Karte von Yorkshire, dass sie mit dem Zechsteine coëxtensiv und, wie dieser, gegen das Kohlengebirge oft discordant gelagert sind, weshalb er nicht umhin konnte, sie von letzterem zu trennen, und als das erste Glied einer ganz neuen Reihe von Bildungen zu betrachten. Er überzeugte sich später, dass diese Sandstein- und Sandbildung fast ununterbrochen von Tynemouth bis an die Gränze von Derbyshire verfolgt werden kann. Als die hauptsächlichen Gesteine führt er die folgenden auf:

a) Conglomerat, kommt nur selten vor;
b) Sehr grober, dickschichtiger Sandstein, zuweilen mit zollgrossen Quarzgeröllen, die gewöhnlich der Schichtung parallel geordnet, bisweilen auch regellos vertheilt sind; in der Regel dunkelroth, stellenweise licht grau oder braun; fast immer sehr reich an Kaolin und zersetztem Feldspath, dessen Krystalle oft noch recht deutlich zu erkennen sind;
c) Klein- und feinkörniger Sandstein, blaulichroth, oder grau und braun, oft gefleckt und gewolkt, bisweilen sehr reich an Glimmerschuppen;
d) Loser Sand; dieser ist sehr vorherrschend, meist grau oder gelblichbraun, selten roth, zuweilen mit kalkigen Concretionen versehen;
e) Schieferletten, theils als ein sehr glimmerreiches und sandiges, theils als ein mehr thonmergelartiges Gestein; meist roth oder bunt, wechselt vielfach mit den Sandsteinen, ist aber nach oben, unmittelbar unter dem Zechsteine, mehr selbständig ausgebildet; er hält niemals Fasergyps, und nur selten Krystalle oder Concretionen von Fraueneis.

Das in der ganzen Bildung als Pigment vorhandene Eisenoxyd färbt die Lettenlagen tief roth, bildet bisweilen Concretionen, und bei Micklebring, unweit Doncaster in Yorkshire, sogar förmliche Schichten von Ocker, welche mit glimmerreichem Sandsteine wechseln.

Seitdem die Steinkohlenformation in Durham auch unter dem *magnesian limestone* aufgesucht wird, ist den Bergleuten das Rothliegende als eine überall vorhandene Ablagerung bekannt worden, welche leider, ihrer lockeren Beschaffenheit wegen, sehr starke Wasserzuflüsse verursacht, und dadurch den Bergbau erschwert.

Die Mächtigkeit der Bildung ist ausserordentlich schwankend, aber nirgen sehr gross; sie beträgt z. B. bei Bramham-Moor über 20 Fuss, und nicht weit d von nur 2 Fuss; im Schachte von Eppleton 126, im Schachte von Hetton 4 bis und in dem von Ellemore etwa 60 Fuss; bei Clacks-Heugh dagegen und an andere Puncten erreicht sie nicht weniger als 200 Fuss*).

Ganz ähnlich ist die Ausbildung des Rothliegenden bei Whitehaven und ande wärts in Cumberland, sowohl in petrographischer als auch in anderer Hinsich Auch dort enthält es (eben so wie in Durham und Yorkshire) sehr sparsame Al drücke von Calamiten und Equiseten; auch dort liegt es stellenweise, wie z. B. b Whitehaven concordant auf der Kohlenformation, in welche es überzugehen schein allein weiterhin, bei Dissington und Arlecdon, findet discordante Auflagerung Stat wie diess im Allgemeinen auch in Durham und Yorkshire der Fall ist. Und wie i Yorkshire das Rothliegende vor der Ablagerung des Zechsteins stellenweise bedeu tende Dislocationen erfahren hat, während es sich an anderen Stellen ganz allmäli und stetig an ihn anschliesst, so finden sich auch ähnliche Verhältnisse in Cumberland. Sedgwick, in *Trans. of the geol. soc. 2. series, IV*, 1836, *p.* 397 ff. Ueberhaupt aber ist das Rothliegende im nordwestlichen England zu einer bedeutenden Entwickelung gelangt, so dass dort seine Mächtigkeit von Binney auf mehr als 1100 Fuss berechnet wird. Rechnet man dazu die rothen Sandsteine, welche in Cumberland über der Kohlenformation liegen, so kann man eine noch grössere Mächtigkeit annehmen.

Unter den, zur Zechsteinbildung gehörigen Dolomit-Conglomeraten in West-Somersetshire liegen nach De-la-Beche vielorts rothe Sandsteine, welche bis 1 und 180 F. Mächtigkeit erreichen; so z. B. westlich von den Quantock-hills, bei Washford und Wiveliscombe. Ihre tiefsten Schichten enthalten stellenweise eine ausserordentliche Menge von Rotheisenerz; grosse Gesteinspartieen bestehen gänzlich daraus, und der Rotheisenstein bildet fast einen eben so grossen Theil der Schichten als der Sandstein. Er wird daher bei Luckham, Porlock u. a. O. steinbruchsweise gewonnen, und nach den Eisenwerken von Wales versendet. *Report on the geol. of Cornwall, Devon etc.* 1839, *p.* 193 f.

In Worcestershire, Staffordshire und Shropshire ist der *lower new red sandstone* vollständig entwickelt. Er besteht im Allgemeinen aus Sandsteinen von rother Farbe, die oft reich an zersetzten Feldspathkörnern, bisweilen sehr thonig, noch öfter kalkig sind, und aus dunkel braunrothem, oft grün geflecktem Schieferletten und Thonmergel. Concretionen eines unreinen Kalksteins erscheinen häufig, wie denn überhaupt der Reichthum an kalkiger Beimengung und das Vorkommen von Kalknierenschichten dieses Rothliegende von jenem des nördlichen England unterscheidet. Die unteren Schichten enthalten viele Pflanzenabdrücke, und schliessen sich an andere Schichten an, welche schon schmale Kohlenflötze führen, so dass ein allmäliger Uebergang aus der carbonischen in die permische Formation vorzu-

---

*) Sedgwick in *Trans. of the geol. soc.* 2. *series, III*, 1829, *p.* 37 ff. Doch hat neulich Richard Howse die Ansicht in Zweifel gestellt, dass diese Sandstein- und Sandbildung welche in Durham und Northumberland unter dem Zechstein liegt, der permischen Formation beizurechnen sei. Bei Cullercoats, Tynemouth u. a. O. liegen ihre Schichten völlig concordant auf denen der Steinkohlenformation, und gehen so unmerklich in dieselben über, dass es unmöglich ist, eine Gränze anzugeben. Die tieferen rothen Sandsteine aber umschliessen mehrorts ächte Pflanzen der Kohlenformation, als: *Pinites Brandlingi, Trigonocarpus Noggerathi, Sigillaria reniformis, Calamites approximatus*, sowie die sie begleitenden Schieferletten carbonische Farnkräuter, als: *Neuropteris gigantea, Sphenopteris latifolia, Cyclopteris dilatata*. Nach diesem Allen glaubt Howse diese untere Sandsteinbildung noch der Kohlenformation beirechnen zu müssen. *The Annals and Mag. of nat. hist. [2], vol.* 19, 1857, *p.* 37 f.

liegen scheint. Dergleichen Verhältnisse sind besonders zwischen Hagley und Hales-Owen, sowie bei Chelmarsh, südlich von Bridgenorth, äusserst deutlich zu beobachten. — Durch ganz Staffordshire lässt sich zwischen der Steinkohlenformation und dem Kalksteinconglomerate des Zechsteins eine Zone von rothem Sandstein verfolgen, welcher oft eine bedeutende, bei West-Bromwich sogar bis auf 1500 Fuss zu veranschlagende Mächtigkeit erlangt. Dort kommen auch, mitten in den rothen Sandsteinen, Einlagerungen von grauen Schieferthonen mit einem 10 Zoll starken Kohlenflötze vor. In Shropshire bildet er zwei Terrassen, und ist bisweilen in Felswänden von 200 bis 300 F. Höhe entblöst, welche die discordante Parallelstructur oder transversale Plattung des Gesteins sehr ausgezeichnet beobachten lassen. Murchison, in *The Silurian System, p.* 54 ff.

Besonders schön und selbständig ist das Rothliegende im südlichen Theile von Staffordshire ausgebildet, wo es mit auffallend discordanter Lagerung die Kohlenformation bedeckt, und, südlich von Bridgenorth, zwischen Enville und dem Forest of Wyre in einem Profile entblöst ist, welches Hull und Ramsay beschrieben haben. Während es nach unten und nach oben aus Sandstein und rothem Schieferletten besteht, (denen in der unteren Etage zwei Lager von Kalksteinconglomerat eingeschaltet sind) so wird die mittlere Etage von einer groben Breccie gebildet, deren Fragmente aus Glimmerschiefer, Thonschiefer, Quarzit, Sandstein u.s.w. bestehen. Dieselbe Breccie erscheint auch am Clent-Hill, wo sie 450 F. mächtig ist, am Bromsgrove-Lickey, am Wars-Hill bei Kidderminster, und an anderen Puncten. Ihre Fragmente sind meist eckig, oft flach, zuweilen polirt und gestreift, woraus Ramsay folgern zu können glaubt, dass sie durch Eismassen zugeführt worden seien. *Quart. Journ. of the geol. soc. XI,* 1855, *p.* 185 ff.

Auch in Lancashire und Cheshire ist die permische Formation zwischen der Steinkohlenformation und der Trias vorhanden, und, wie anderwärts, in zwei Gliedern ausgebildet, von denen das untere, eine dem Rothliegenden analoge Sandsteinbildung, 120 Fuss Mächtigkeit erlangt, während das obere Glied den Zechstein in einer ganz eigenthümlichen Ausbildungsweise darstellt.

In Dumfriesshire und in anderen Theilen Südschottlands kommen über der Steinkohlenformation Sandsteine und Breccien vor, von welchen Harkness gezeigt hat, dass sie der permischen Formation angehören, während sie bisher für triasisch galten. Zu ihnen gehören auch die durch ihre Chelonier-Fusstapfen bekannten Sandsteine von Corncockle. *Quart. Journ. of the geol. soc. XII,* 1856, *p.* 254 ff. Ebenso findet es Binney sehr wahrscheinlich, dass der grösste Theil der im südwestlichen Schottland verbreiteten rothen Sandsteinbildung der permischen Formation beizurechnen sei.

§. 375. *Zechsteinbildung in England.*

Die Zechsteinbildung Englands erlangt eine vorzügliche Wichtigkeit in der Linie von Nottingham bis nach Tynemouth, längs welcher sie der Physiognomie des Landes einen sehr charakteristischen Zug verleiht, indem sie eine nach Westen steil abfallende und nach Osten flach ausgedehnte Terrasse bildet. Von diesem interessantesten Territorium der Englischen Zechsteinbildung hat Sedgwick im Jahre 1829 eine vortreffliche Beschreibung geliefert*), aus welcher sich eine überraschende allgemeine Aehnlichkeit ihrer Zusammensetzung und Gliederung mit jener der Thüringischen Zechsteinbildung herausstellt. Sehr abweichend erscheint sie dagegen bei Bristol und in anderen Gegenden des südwest-

*) In den *Transactions of the geol. soc.* 2. *series, III, p.* 37 ff.

lichen England, wo sie fast nur durch eigenthümliche Conglomerate mit dolomi tischem Bindemittel vertreten wird. In Lancashire und Cheshire endlich ist si nach Binney auf eine Weise ausgebildet, welche einigermaassen an die permi sche Formation Russlands erinnert, indem sie dort nur aus einzelnen Kalkstein schichten besteht, welche rothen oder bunten Schieferletten und Mergeln einge lagert sind, dennoch aber die charakteristischen Fossilien des Zechsteins um schliessen. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich auch in Irland.

Wie grosse Analogieen übrigens die Englische Zechsteinbildung in jenem von Nottingham nach Tynemouth laufenden Hauptzuge mit der Thüringische Bildung erkennen lässt, so gehen ihr doch diejenigen beiden Materialien ab, welche dieser Formation in Teutschland eine so grosse nationalökonomische Wichtigkeit verleihen; es fehlen ihr nämlich die Kupfererze und die Steinsalzstöcke, welche letztere, zugleich mit den grösseren Gypsmassen, gänzlich vermisst werden.

Aus Sedgwicks meisterhaften Darstellungen ergiebt sich zuvörderst, dass die Zechsteinbildung Englands in eine untere und eine obere Abtheilung zerfällt, von welchen die erstere aus eigentlichen Kalksteinen, die andere aus sehr verschiedenartigen dolomitischen Gesteinen besteht. Aber auch die weiteren Unterschiede des Mergelschiefers und des eigentlichen Zechsteins in der unteren, der Rauchwacke, des Stinksteins und der Asche in der oberen Abtheilung lassen sich fast gerade so wie in Thüringen geltend machen, wie denn Sedgwick selbst diese auffallende Analogie in der Gliederung der beiderseitigen Territorien hervorhob, welche auch noch später von King vollkommen anerkannt worden ist*). Die paläontologische Uebereinstimmung aber, welche gleichfalls bereits von Sedgwick erkannt, und später von Quenstedt specieller nachgewiesen worden war, ist von King und Howse in einer so gründlichen Weise durchgeführt worden, dass nicht leicht zwei entlegene Territorien einer und derselben Formation mit gleicher Sicherheit identificirt worden sein dürften, als diess mit den Zechsteinbildungen Teutschlands und Englands der Fall ist**).

Der Kupferschiefer ist in der grossen Zechsteinterrasse Englands zwar nicht als solcher, d. h. nicht als ein kupfererzhaltiger Schiefer, dennoch aber wenigstens stellenweise als bituminöser Mergelschiefer, und mit ähnlichen Fisch- und Pflanzen-Abdrücken bekannt, wie in Thüringen; er bildet in Durham die tiefsten Schichten, welche unmittelbar über einem weissen Sandsteine, dem Weissliegenden, abgesetzt sind. Darüber folgt ein grauer, gelblicher oder

---

*) In seinem Werke: *A Monograph of the Permian Fossils of England*, 1850, S. XVII, wo die ebendaselbst S. X aufgestellten Abtheilungen der permischen Formation Englands mit denen Thüringens parallelisirt werden.

**) Ungeachtet der localen Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten, unter welchen insbesondere die specifische Verschiedenheit der in beiden Ländern vorkommenden Fischreste deshalb hervorgehoben zu werden verdient, weil solche den Beweis liefert, dass man keineswegs eine specifische Identität mit den Thüringer Fischen zu fordern berechtigt ist, um irgendwo Aequivalente des Zechsteins als solche anzuerkennen.

ulicher, dünnschichtiger, auf seinen Klüften mit Dendriten versehener Kalk-
tein, welcher oft etwas bituminös ist, gar nicht selten Bleiglanz oder Zink-
nde eingesprengt hält, und die charakteristischen Fossilien des Zechsteins
rt. Auch in Nottingham und Derbyshire finden sich mehrorts unmittelbar über
r Steinkohlenformation dünnschichtige, mit Dendriten erfüllte Kalksteine; in
rkshire aber erscheinen dieselben über dem Rothliegenden fast ganz so wie in
urham.

Sehr ausgezeichnet ist diese Gruppe in Durham, neben der Stockton-Eisenbahn, n den Steinbrüchen von East-Thickley und Midderidge entwickelt, wo man über hellfarbigem Sandstein erst einen Wechsel von Sandstein und blauem Kalkschiefer, dann gelben kalkigen Schieferthon und Mergelschiefer, und endlich rauchgrauen, gelben oder blaulichen, dünnschichtigen, auf den Ablosungen mit Dendriten geschmückten Kalkstein beobachtet, über welchem dann die Dolomite folgen. Denn alle diese Gesteine enthalten nur sehr wenig oder gar keine Magnesia. Die Schichtenfugen des oberen Kalksteins aber sind selten eben, meist undulirt, so dass es oft scheint, das Gestein bestehe aus lauter an einander gereihten und in einander verfliessenden kugeligen und nierförmigen Concretionen. — In einem Einschnitte der Stockton-Eisenbahn sind in denen 2 Fuss über dem weissen Sandstein liegenden Schichten sehr viele Abdrücke von Pflanzen und Fischen, in den höher liegenden Schichten aber Productus und Spirifer gefunden worden. Diese Analogie mit den Thüringischen Vorkommnissen wird noch dadurch erhöht, dass die mergeligen Zwischenlagen bisweilen bituminös sind. Im Steinbruche von Pallion finden sich ähnliche Schichten, wie bei East-Thickley. In einem Steinbruche bei Coundon sind die tiefsten Schichten des Kalksteins schieferig, rauchgrau, mit krystallinischen Knoten von Baryt, sowie mit eingesprengten Körnern von Bleiglanz und Zinkblende versehen. Bei West-Bolden, zwischen dem Tyne und Wear, liegt über dem Sandsteine ein 30 Fuss mächtiges Schichtensystem von gelblichgrauem Mergelschiefer und dünnschichtigem, ausserordentlich zerklüftetem, auf allen Klüften mit schwarzen Dendriten erfülltem Kalkstein; die ähnlichen Schichten nördlich vom Tyne enthalten bei Whitley Bleiglanz, bei Cullercoats Zinkblende eingesprengt.

Weit mächtiger als die untere Abtheilung ist auch in England die obere Abtheilung der Zechsteinbildung entwickelt. Sie wird dort, wie in Teutschland, vorzugsweise durch das Auftreten der Dolomite und Stinksteine charakterisirt, und entfaltet eine solche Menge von Gesteins-Varietäten, dass wir nur die vorwaltenden oder besonders merkwürdigen erwähnen können, um einerseits die grosse Uebereinstimmung mit den teutschen Gesteinen, und andererseits die Eigenthümlichkeiten hervortreten zu lassen, welche diese Ablagerung in England auszeichnen.

Die vielen von Sedgwick beschriebenen Gesteins-Varietäten lassen sich im Allgemeinen als Dolomite, Stinksteine und Asche unterscheiden, und ihre Manchfaltigkeit ist theils in verschiedenen Combinationen der körnigen und dichten, der sandartigen und staubartigen Dolomite, theils in eigenthümlichen und höchst merkwürdigen Concretionsbildungen begründet. Dass aber die meisten Gesteine dieser oberen Abtheilung entweder wirkliche Normal-Dolomite, oder doch sehr magnesiareiche, also im hohen Grade dolomitische Kalksteine sind, diess ist durch viele Analysen von Tennant und Cumming erwiesen worden. Auch in zweien Varietäten der Asche fand Holme über 25 p. C. Magnesiacarbonat.

Fester, feinkörniger Dolomit ist mit lockerem, sandartigem und dichtem Dolomite auf mancherlei Weise verbunden. Seine gewöhnlichen Farl sind ockergelb bis gelblichweiss, selten schneeweiss, bisweilen braun oder zieg roth, ja, bei Mansfield in Nottinghamshire ist der, in 3 bis 4 Fuss dicken Schich ausgebildete feinkörnige Dolomit so dunkelroth, dass man ihn aus der Ferne rothen Sandstein halten möchte; auch enthält er dort wirklich z. Th. 20 bis 30 p Quarzsand. Obwohl übrigens diese festen Dolomite meist undeutlich und unreg mässig geschichtet sind, so werden sie doch vielfältig als Bausteine gebroch Dichter Dolomit kommt in Derbyshire und Nottinghamshire in schmalen Schic ten zwischen dem feinkörnigen und sandartigen Dolomite vor, welcher let tere in denselben beiden Grafschaften besonders häufig erscheint, meist aus laut kleinen Rhomboëdern besteht, dünn geschichtet, und oft mit Zwischenlagen v Mergel oder Quarzsand vergesellschaftet ist.

An den Küsten von Durham, und besonders in der Gegend von Sunderland tritt auch der Stinkstein in sehr ausgezeichneten Varietäten auf, obgleich er nich selten in hellgraue schieferige Kalksteine übergeht. Er ist dunkelrauchgrau und schwärzlichbraun, bisweilen ausserordentlich stinkend, dünn plattenförmig geschicht tet, in sehr dünnen Tafeln oft biegsam, und wird von erdigen und staubartigen Schichten begleitet.

Aber auch die Asche fehlt nicht; denn die erdigen und staubartigen Dolomite welche in Durham und Yorkshire so häufig auftreten, und bald zerreibliche, bal ganz lose Massen darstellen, entsprechen vollkommen der Thüringischen Asche.

Diess sind die einfachen Gesteine der oberen Abtheilung der Englische Zechsteinbildung. Weit bedeutendere Massen bilden die zusammengesetz ten, aus verschiedenen Combinationen der einfachen Gesteine hervorgehende Varietäten, unter welchen namentlich diejenigen sehr verbreitet sind, die sich al das vollkommene Analogon des teutschen Rauhsteins beurkunden.

Dieser Rauhstein erscheint auch in England als ein meist ungeschichtetes, ir plumpen, grottesken Felsmassen ausgebildetes Gestein, welches aus einer regellosen Verbindung von fester und von lockerer Dolomitmasse besteht. Der feste Dolomit bildet nämlich plattenförmige, knollige, klotzförmige und ungestaltete Partieen, welche sich nach allen Richtungen verbinden und durchkreuzen, und auf diese Weise ein unregelmässiges Skelet, oder ein körperliches Netz darstellen, dessen Zellen mit weniger festem, z. Th. selbst mit sandartigem Dolomite oder mit Asche erfüllt sind. An frei stehenden Felswänden werden diese lockeren Ausfüllungen durch Verwitterung und Regengüsse allmälig ausgewaschen, und so erhalten denn diese Felsen jenes löcherige, höhlenreiche, zerfressene und zerstückelte Ansehen, welches ihnen in allen Gegenden ihres Vorkommens so eigenthümlich ist, und nicht selten eine grosse Aehnlichkeit mit groben unregelmässigen Breccien verschafft. Die Manchfaltigkeit der Combinationen und Formen ist in England eben so gross, als in Teutschland *).

Sehr interessant sind auch die Stinksteinbreccien in Durham, weil man dort ihre allmälige Herausbildung aus dem noch stetig und regelmässig geschichteten Stinksteine Schritt vor Schritt verfolgen kann. Die Küsten der Marsden-Bay bestehen aus einem dunkelbraunen, schieferigen Stinkstein, welcher mit gelben erdigen Schichten abwechselt, daher die Felswände ein gestreiftes und gerieftes Ansehen haben. Verfolgt man diese Felswände von Norden nach Süden, so sieht man

---

*) *There is no end to these modifications, nor is it an easy task, to convey a correct notion of them by verbal description*, sagt Sedgwick, gerade so, wie Plümicke von der Thüringischen Rauchwacke.

wie die anfangs ganz ungestörten Schichten erst wellenförmige Biegungen, dann scharfwinkelige Stauchungen annehmen, und endlich in viele tausend eckige Bruchstücke zertrümmert sind, welche durch gelben, erdigen Kalkstein zu einer Breccie verbunden werden. Auf ähnliche Weise finden sich auch an mehren Puncten die regelmässig geschichteten Massen des Stinksteins ganz plötzlich von solcher Breccie unterbrochen, in welcher gewöhnlich gar keine, oder doch nur sehr undeutliche Spuren von Schichtung zu erkennen sind. Noch weiter nach Süden erreicht man Stellen, wo der dunkelgraue, schieferige und ganz stinksteinähnliche Kalkstein in zwar stetig ausgedehnten, aber stark gewundenen Schichten mit mächtigen Bänken einer groben Stinksteinbreccie abwechselt. In der Nähe von Hartlepool liegen dieselben Erscheinungen in einer noch auffallenderen Weise vor, indem die Windungen und Faltungen der Schichten, welche die Breccienbildung gewissermaassen eröffnen, weit schärfer ausgebildet sind, auch die Einlagerung der Stinksteinbreccie zwischen andere, stetig ausgedehnte Schichten ganz vortrefflich entblöst ist. — Diese merkwürdigen Erscheinungen an den Küsten von Durham erläutern die Natur der Stinksteinbreccien Thüringens, deren Verhältnisse dort weniger aufgeschlossen sind, weshalb ein sehr ausgezeichneter Beobachter der Meinung war, die scharfkantigen Stinkstein-Fragmente möchten wohl nur als fragmentähnliche Concretionen oder Ausscheidungen zu betrachten sein*). Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Stinksteinschichten bald nach ihrer Erhärtung durch gewaltsame Bewegungen zusammengestaucht und stellenweise gänzlich zertrümmert, dann aber durch kalkige Sedimente wiederum verkittet und zu Breccien umgebildet worden sind.

Einige Varietäten der dolomitischen Gesteine zeichnen sich durch eine mehr oder weniger deutliche oolithische Structur aus. Gewöhnlich erscheinen die kleinen Körner unregelmässig geformt und unbestimmt begränzt, indem sie mit der umgebenden Masse innig verwachsen und verflösst sind; es giebt aber auch seltenere Varietäten von sehr vollkommener oolithischer Structur. Bisweilen sind die runden Körner concentrisch-schalig, oder auch in der Mitte hohl, so dass das Gestein im Bruche eine Menge kleiner runder Zellen oder Blasenräume zeigt. Dergleichen oolithische Gesteine finden sich im südlichen Theile von Yorkshire, zumal zwischen den beiden Flüssen Don und Went; auch sehr schön in Durham, an der Ostseite des Vorgebirges von Hartlepool, wo nicht weniger als 8 oolithische Schichten entblöst sind.

Ausserdem kommen in Durham noch seltsame Gesteine von eigenthümlicher sphäroidischer Bildung vor, so dass ganze Felsen wie Haufwerke von über einander gestürzten Kanonkugeln erscheinen, wie namentlich bei Sunderland. Diese Bildung findet einestheils in der Weise Statt, dass sich in dem Dolomite auf den Schichtenwechseln grosse, linsenförmige, oder abgeplattet ellipsoidische Partieen absondern, welche bisweilen mehr kugelig werden, jedenfalls aber die Schichtungsfugen ungestört durch sich hindurchlaufen lassen. Anderntheils umschliesst das Gestein breite, der Schichtung parallele Höhlungen, deren Wände mit nierförmigen und traubigen, aus concentrisch-schaligem und strahligem Kalkspathe bestehenden Gestalten besetzt sind, welche jedoch gleichfalls die Parallelstructur des Gesteins noch erkennen lassen; die Höhlenräume selbst sind mit erdigem Dolomite erfüllt, und in diesem stecken wiederum ganz frei gebildete Kugeln von ähnlicher Beschaffenheit, welche entweder einzeln oder dicht gedrängt, und in letzterem Falle oftmals zu traubigen Gruppen verbunden sind. Alle diese sphäroidischen Gebilde (welche nach Winch von der Grösse einer Erbse bis zu 2 Fuss im Durchmesser

*) Freiesleben, Geognostische Arbeiten, II, S. 24 und 31.

vorkommen) bestehen wesentlich nur aus kohlensaurem Kalke, gleichsam als ob die Magnesia aus ihnen in ihre Umgebung hinausgedrängt worden wäre*).

In Yorkshire kommen bei Doncaster und Ferry-Bridge im oberen Theile des Dolomite braune, rothe und bunte Mergel mit Fasergyps vor, welche etwa 3 Fuss mächtig sind, und sich von den Gränzen von Nottingham bis gegen Tadcaster auszudehnen scheinen; über ihnen liegen dünnschichtige bis schieferige, meist graue Kalksteine von tesseraler Absonderung mit schönen Dendriten auf allen Klüften; und mit diesen Schichten würde die permische Formation Englands zu Ende gehen, dafern nicht noch, wie Murchison glaubt, ein Theil der höher liegenden Sandsteine und Mergel zu ihr gezogen werden muss.

Anmerkung. Um auch die paläontologischen Verhältnisse der verschiedenen Etagen hervortreten zu lassen, dazu mögen einige Notizen aus einer Abhandlung dienen, welche Richard Howse über die Zechsteinbildung von Durham und Northumberland veröffentlicht hat, für welche er folgende Gliederung zu Grunde legt.

1. *Marl-Slate;* dunkelgrauer oder gelblicher, dünnschichtiger Mergel, selten über 3 Fuss stark, mit Ueberresten von *Palaeoniscus*, *Platysomus* und anderen Fischen, auch mit *Discina Konincki Gein.*, *Lingula Credneri Gein.*, *Ullmannia lycopodioides Göpp.* und mit Fucoiden.
2. *Magnesian-Limestone;* derselbe zerfällt in drei Etagen, von denen die untere dem eigentlichen Zechsteine entspricht.
   a) *Lower M. L.* Gewöhnlich ein blaulicher oder grauer, dichter, erdiger und zelliger, nach unten dünnschichtiger, nach oben dickschichtiger Kalkstein von 150 bis 200 Fuss Mächtigkeit; bisweilen ein Conglomerat mit Geröllen und Cäment von Kalkstein. Von Fossilien finden sich *Productus horridus Sow.*, *Strophalosia Goldfussi Münst.*, *Spirifer undulatus Sow.*, *Terebratula elongata Schl.*, *Schizodus Schlotheimi Gein.*, *Nautilus Freieslebeni Gein.* und andere.
   b) *Middle M. L.* Theils ein concretionärer, sehr krystallinischer, oft cavernoser, und dann in den Cavitäten mit gelblicher Asche erfüllter, bis 150 Fuss mächtiger Kalkstein ohne Fossilien; theils ein bald harter und feinkörniger, bald zerreiblicher und erdiger, bis 50 Fuss mächtiger Kalkstein, welcher sehr reich an organischen Ueberresten ist, und daher von Howse *Shell-Limestone* genannt wird. Für ihn sind besonders charakteristisch: *Terebratula elongata Schl.*, *Camaraphoria Schlotheimi Buch*, *Spirifer undulatus Sow.*, *Strophalosia Goldfussi Münst.*, *Productus horridus Sow.*, *Fenestella retiformis Schl.*, und *F. virgulacea Phill.*

---

*) Diesen Mangel an Magnesia in den traubigen Massen und Kugeln hob schon Winch hervor in seiner Abhandlung über den Zechstein von Northumberland und Durham. *Trans. of the geol. soc. IV, p. 3 ff.* Auch wurde er später von King bestätigt, welcher noch bemerkt, dass der Dolomit und der Kalkstein (oder Kalkspath) oft ganz regellos durch einander vorkommen, sogar in Handstücken; wobei der Kalkspath zuweilen die seltsamsten kugeligen, traubigen, nierförmigen, stalaktitischen, ästigen Concretionen von radialer Zusammensetzung mitten im erdigen Dolomite bilde. King glaubt, ursprünglich sei Alles Dolomit gewesen, und erst später ein Theil seiner Magnesia beraubt und zugleich umkrystallisirt worden, wobei die Schichtungsfugen eine Rolle gespielt, da die Concretionen allemal von ihnen ausgehen. *A Monograph of the Permian Fossils p. XIV* und *XV*. Das regellose Durcheinander-Vorkommen von Dolomit und Kalkspath erwähnt auch Heim vom Thüringer Walde, wo der dichte Dolomit zuweilen nach allen Richtungen mit Kalkspath durchwachsen sei, „der hier das, was bei zerquetschten Knochen der Callus ist, zu sein scheint.“ King's Bemerkungen erinnern an Haidingers Theorie der Rauchwackenbildung.

c) *Upper M. L.* In dieser Etage verschwinden die Brachiopoden; sie zerfällt in zwei Abtheilungen:

α) *Conglobated Limestone;* ein dichter oder erdiger Kalkstein, voll kugeliger und traubiger Concretionen, über 150 Fuss mächtig, mit *Myalina squamosa Sow.*, *Myoconcha costata Brown*, *Schizodus obscurus Sow.*, *Litorina helicina Schl.*, *Leda speluncaria Gein.*, mit vielen Entomostraceen und Foraminiferen, auch mit Resten von *Palaeoniscus.*

β) *Upper yellow Limestone;* gelber, erdiger, bisweilen oolithischer, dünnschichtiger Kalkstein, an 100 Fuss mächtig, mit denen unter β zuerst genannten vier Species von Conchylien.

Ueber diesen Schichten folgt im südöstlichen Theile von Durham der untere Buntsandstein. Die Brachiopoden sind lediglich auf die unteren Abtheilungen, von 1 bis 2b beschränkt; die meisten Gastropoden finden sich im *shell-limestone.* Vier Species von Conchiferen, nämlich *Myoconcha costata, Schizodus obscurus*, *Myalina squamosa* und *Leda speluncaria* gehen durch die ganze Reihe hindurch. *The Annals and Mag. of nat. hist.* [2], *vol.* 19, 1857, *p.* 33 ff. und *p.* 304 ff.

Während die Englische Zechsteinbildung von Nottingham bis Tynemouth auf eine merkwürdige Weise mit der Thüringischen übereinstimmt, so tritt sie in anderen Gegenden mit ganz verschiedenen Eigenschaften auf. In dem Zuge von Devonshire bis nach Staffordshire besteht sie nur aus den sogenannten Dolomitconglomeraten, d. h. aus Conglomeraten, deren Fragmente durch röthlichen Dolomit oder (wie in Worcestershire, Staffordshire und Shropshire) durch Kalkstein verbunden sind, welches Cäment oft dermaassen vorwaltet, dass das Gestein an vielen Orten gewonnen und auf Kalk benutzt wird. Die Fragmente dieser Conglomerate stammen gewöhnlich aus den zunächst anstehenden älteren Formationen, bestehen daher aus Kohlenkalkstein, Millstone, Quarz, Grauwacke u. s. w., sind meist abgerundet, und finden sich von allen Grössen bis zu mehren Fuss im Durchmesser; wenn sie sehr klein sind, während zugleich das dolomitische Cäment sehr vorwaltet, so erscheint das Ganze als ein dichter, unreiner Dolomit*).

In diesen Conglomeraten kommen bisweilen Geoden oder Drusen vor, welche Kalkspath und Quarzkrystalle enthalten, auch eigenthümliche, langgestreckte und flache, sehr regellose Cavitäten, die gewöhnlich unter einander zusammenhängen, sich oft weit fortziehen, und zuweilen noch mit losem Sande erfüllt sind; mitunter finden sich förmliche Schichten eines sehr feinen und dichten, hornsteinähnlichen Sandsteins ein. Auch sind die Conglomerate nicht selten erzführend, indem der Dolomit Bleiglanz oder Galmei enthält; Cölestin ist gleichfalls hier und da als accessorischer Bestandtheil vorgekommen.

Die Mächtigkeit dieser Conglomerate ist niemals sehr bedeutend, aber ausserordentlich schwankend, und sinkt oft rasch von vielen Faden bis auf wenige Fuss herab, wie sich diess bei einer Alluvionsbildung erwarten lässt, welche alle Unebenheiten des Untergebirges ausgefüllt hat; in Worcestershire be-

*) Diese Conglomerate der westlichen Grafschaften repräsentiren gewissermaassen zugleich das Rothliegende und den Zechstein; nämlich das erstere in ihren Geröllen, den zweiten in ihrem Cämente.

trägt sie zwischen 60 und 6 Fuss. — Bei Bristol und an den Mendiphills lieg sie unmittelbar auf den älteren Formationen, während sie in anderen Gegende wie z. B. in Somersetshire und Devonshire, von Schichten des Rothliegend getragen werden*).

Ueber die Geoden und Drusen bemerken Buckland und Conybeare Folge des. Bei Wells umschliesst das Conglomerat kleine unregelmässige Höhlungen v einem Zoll bis zu einem Fuss und darüber im Durchmesser, welche mit concent schen Lagen von Kalkspath, Chalcedon und krystallisirtem Quarz erfüllt sind, u Potatoe-stones genannt werden. Bei Old-Clevedon kommen im dichten Dolomi kleinere dergleichen Geoden vor, die aber nur aus Chalcedon und Quarz bestehe inwendig hohl sind, und zuweilen Cölestinkrystalle enthalten. Bei Clifton, dic westlich von Bristol, im Durchbruche des Avonthales, liegt ein sehr grobes Dol mitconglomerat mit Geschieben von Kohlenkalkstein bis zu 3 Tonnen Gewicht; in tiefsten Theile desselben kommen hohle Quarzgeoden vor, welche im Innern klar Bergkrystalle, die sogenannten Bristoler Diamanten, bisweilen auch Krystalle von Kalkspath und Cölestin umschliessen. — Cölestin ist ausserdem häufig im Conglomerate von Westbury. Der Galmei kommt in den Cavitäten des Gesteins zugleich mit Kalkspath vor, oft so reichlich, dass er ehemals an vielen Puncten der Mendip-Hills gewonnen wurde, und noch gegenwärtig bei Shipham und Roborough abgebaut wird. Eingesprengter Bleiglanz ist häufig im Dolomite von Old-Clevedon und Portishead.

Wie sich schon in dem Zuge von Exeter bis nach Staffordshire eine so ganz andere Ausbildungsweise der Zechsteinbildung zu erkennen giebt, als in dem Zuge von Nottingham nach Tynemouth, so begegnen wir weiter nördlich, in Cheshire und Lancashire, abermals einem ganz neuen Typus ihrer Entwickelung. Dort folgt nämlich über dem bis 120 Fuss mächtigen Rothliegenden ein Schichtensystem von höchstens 210 Fuss Mächtigkeit, welches aus rothen und bunten Schieferletten und Mergeln besteht, denen Kalksteinschichten eingeschaltet sind, welche wenig oder gar keine Magnesia enthalten. Man würde dieses, weit mehr an Rothliegendes oder an Buntsandstein erinnernde Schichtensystem nicht leicht als das Aequivalent der Zechsteinbildung erkannt haben, wenn nicht die im Kalksteine stellenweise sehr zahlreich vorkommenden Fossilien mit denen des *magnesian limestone* anderer Gegenden vollkommen übereinstimmten. Zuweilen, wie z. B. bei Norbury, fehlen die Kalkschichten gänzlich; zum Beweise, dass die Zechsteinbildung in diesem Theile von England nur als eine untergeordnete Einlagerung in der oberen Etage des Rothliegenden zu betrachten ist. Ueber diesen Schichten folgt der Buntsandstein in einer Mächtigkeit von 600 Fuss.

Die permische Formation liegt auch in diesen Gegenden discordant auf der Steinkohlenformation. Bei Paticroft, westlich von Manchester, ist der erste erfolgreiche Versuch gemacht worden, das Kohlengebirge unter dem Buntsandsteine und Rothliegenden zu erreichen; der über 1300 Fuss tiefe Schacht hat gelehrt, dass dort die obere Etage des Rothliegenden nur drei Kalksteinschichten umschliesst.

---

*) Buckland und Conybeare in den *Trans. of the geol. soc.* 2. *series*, *II*, 1824, p. 291 ff. und Weawer, ibidem p. 362, auch De-la-Beche, *Report on the Geol. of Cornwall* etc. p. 193.

bei Leigh aber kommen sehr viele dergleichen Schichten, von einigen Zoll bis zu 1½ Fuss Mächtigkeit vor, welche von Fossilien des Zechsteins erfüllt sind. Binney, in *Quarterly Journ. of the geol. soc. II*, 1846, p. 17 ff.

Drittes Kapitel.

Permische Formation in Russland und anderen Ländern.

§. 376. *Permische Formation Russlands; Gesteine und Gliederung.*

Während in Teutschland und England fast überall eine sehr entschiedene Trennung der permischen Formation in die beiden Hauptglieder des Rothliegenden und des Zechsteins ausgesprochen ist, so begegnen wir ganz anderen Verhältnissen im inneren Russland, wo die verschiedenartigen Gesteine meist in buntem Wechsel auftreten, ohne eine so durchgreifende Sonderung in bestimmte, petrographisch verschiedene Etagen erkennen zu lassen. Was wir also bisher nur hier und da als eine locale Ausnahme kennen gelernt haben, das stellt sich in Russland als die herrschende Regel dar, und es gewinnt die dortige Ausbildungsweise eine um so grössere Wichtigkeit, als sie innerhalb eines Bildungsraumes von ungeheuerer Ausdehnung angetroffen wird. Denn die permische Formation Russlands ist über ein Areal von mehr als 18,000 Quadratmeilen verbreitet, und begreift den grössten Theil der Gouvernements Perm, Orenburg, Kasan, Nischni-Nowgorod, Jaroslaw, Kostroma, Wiätka und Wologda. Man hatte die verschiedenen Glieder dieser Bildung bald der Steinkohlenformation, bald dem Rothliegenden oder dem Zechstein, bald auch der Triasformation verglichen, bis Murchison und Verneuil durch bathrologische und paläontologische Gründe den Beweis lieferten, dass sie das Rothliegende und den Zechstein zugleich repräsentiren.

Ausser Murchison und seinen Begleitern haben sich besonders Kutorga, v. Blöde und Schtschurowski, ganz vorzüglich aber Wangenheim v. Qualen um die Kenntniss dieser Formation verdient gemacht. Der Letztere rechnete sie anfangs (1840) zur Triasformation*), hat sich jedoch später der von Murchison aufgestellten Ansicht angeschlossen, welche auch v. Blöde für die sachgemässeste erklärt. ,,Man erkennt, sagte v. Blöde, dass in dem permischen Kupfersandsteingebirge auf eine klare und schlagende Weise Rothliegendes, Kohlenbildung**) und Zechstein nicht blos repräsentirt, sondern so durch einander gebildet und verschmolzen sind, dass man sagen könnte, die Bildung sei ein wahres Amalgam von jenen; eine Forma-

*) *Bull. de la soc. imp. des nat. Moscou*, 1840, p. 391 ff. und Neues Jahrb. für Min. 1842, 178 ff. Eine ähnliche Ansicht ist auch später von Eichwald ausgesprochen worden, welcher sich überzeugt zu haben glaubte, dass die permische Formation Russlands, ausser Pflanzen der Kohlenformation und des Buntsandsteins, auch Thiere des Muschelkalkes und des Keupers enthalte, und daher vielleicht der Bildung von St. Cassian zu vergleichen sein dürfte. Naturhist. Bemerk. auf einer Reise durch die Eifel u. s. w. 1851, S. 204 f.

**) Nämlich die dem Rothliegenden untergeordnete Kohlenbildung; wie nicht nur der Zusammenhang lehrt, sondern auch vom Verf. in seinem Versuche einer Darstellung der Gebirgsformations-Systeme vom Europäischen Russland, 1844, S. 100 ausdrücklich erklärt wurde.

tion, die bis jetzt noch nicht ihres Gleichen in der Art habe. Vergleicht man nl
lich das ganze Schichtensystem nach Bestand, Zusammensetzung und Petrefac
zuvörderst mit dem Rothliegenden, so zeigt sich, bei einiger Uebereinstimmu
eben so viel Abweichendes. Ganz dasselbe ergiebt sich aus einer Parallele mit d
Zechsteine im weiteren Sinne des Wortes. Aber sobald man sich die Haupt-Char
tere beider Bildungen summirt, und damit die permischen Schichten vergleic
so stellt sich eine überraschende Identität heraus." Neues Jahrb. für Min. 184
S. 50.

Die Gesteine sind Conglomerate, Sandsteine, Schieferletten, Thonmerg
Mergelschiefer, Kalksteine, Gyps, Steinsalz und Steinkohlen.

Die Conglomerate bestehen gewöhnlich aus erbsen- bis haselnussgrosse Geschieben von Quarz, Hornstein, Kieselschiefer, Thonschiefer, mit bald kiese ligem, bald thonigem Bindemittel, und erinnern an viele Varietäten des Thürin ger Rothliegenden. Die verschiedentlich roth, gelb, braun, grau und blaulic gefärbten, oft glimmerreichen Sandsteine ähneln bald denen des Rothliegenden, bald jenen der Buntsandstein-Formation, unterscheiden sich aber häufig durch ihr vorwaltend kalkiges Bindemittel*). Sie sind reich an Pflanzenresten und an kohlensauern Kupfererzen, welche letztere besonders in den ersteren concentrirt zu sein pflegen. Die Schieferletten, Mergel und Mergelschiefer zeigen meist blauliche und blaulichgraue Farben, sind bisweilen buntfarbig, und oft reichlich mit Kupfererzen imprägnirt; doch fehlt den Mergelschiefern der Bitumengehalt, welcher den teutschen Kupferschiefer charakterisirt. Braunrothe bis leberbraune Thonsteine gehören gleichfalls zu den weit verbreiteten Gesteinen. Die Kalksteine sind grau oder weiss, ja bisweilen schneeweiss und kreideähnlich, mitunter oolithisch**), nicht selten aber mit Conchylien dermaassen erfüllt, dass sie wie tertiäre Kalksteine aussehen; auch kommen stellenweise, wie z. B. bei Krasnobórsk in Nordrussland, braune Kalkstein-Conglomerate vor, welche den Dolomit-Conglomeraten Englands zu vergleichen sind. Der Gyps erscheint meist als weisser, feinkörniger bis dichter Gyps, bisweilen als Fasergyps.

Eine ähnliche Gliederung der Formation, wie in Teutschland und England, findet im Allgemeinen nicht Statt; es sind also die psephitischen, psammitischen und pelitischen Gesteine nicht in eine untere, es sind die Kalksteine und Gypse nicht in eine obere Etage vereinigt; im Gegentheile liegen diese letzteren Gesteine sehr häufig unmittelbar auf der Steinkohlenformation***), während die Sandsteine und Conglomerate ein höheres Niveau behaupten. Ueberhaupt aber giebt sich ein vielfacher Wechsel der Gesteine zu erkennen, wobei sich die

*) G. Rose, Reise nach dem Ural, 1837, S. 115.

**) Z. B. bei Grebeni unweit Orenburg, bei Ustnem und Pomosdino im Petschoralande, die Oolithkörner sind oft hohl, wie kleine Bläschen, auch kommen bei Pomosdino concretionäre Kalksteine vor. Keyserling, Wissensch. Beobb. auf einer Reise in das Petschoraland, S. 351.

***) Die oben, S. 465, als Glieder der Steinkohlenformation erwähnten Gypse von der Dwina und Pinega sind später von Murchison und Verneuil der permischen Formation zugerechnet worden.

verschiedenen Schichten häufig auskeilen, wiederum anlegen, oder gegenseitig vertreten.

Es liegen also ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie wir sie in manchen Territorien der paralischen Steinkohlenformation kennen gelernt haben, wo gleichfalls die anderwärts getrennten Glieder des Kohlenkalksteins und des Kohlensandsteins nebst seinen Accessorien in fortwährender Wechsellagerung ausgebildet sind, so dass sie gar nicht mehr als selbständige Glieder unterschieden werden können (S. 484). Desungeachtet lässt sich doch in einzelnen grösseren Regionen eine bestimmte Aufeinanderfolge der Massen nachweisen, und wenigstens eine petrographische (wenn auch keine paläontologische) Gliederung der Formation geltend machen, wie solches von Schtschurowski und Wangenheim von Qualen versucht worden ist, welcher Letztere drei Abtheilungen unterschieden hat.

Schtschurowski brachte die permische Formation Russlands bereits im Jahre 1841 in zwei Abtheilungen, indem er eine untere, aus erzlosen, rothbraunen Sandsteinen, und eine obere, aus erzführenden, mit einander wechsellagernden Kalksteinen und Sandsteinen bestehende Etage unterschied, welche dem Rothliegenden und dem Zechsteine entsprechen dürften. Zerrenner, Erdkunde des Gouv. Perm, 1852, S. 237.

Wangenheim v. Qualen aber gab im Jahre 1847 folgende Uebersicht der permischen Formation im Gouvernement Orenburg:

1) Untere Abtheilung, mit Kupfererzen. Grosse Gypsstöcke; mächtige rothe, braune und graue Sandsteine; leberbraune Thonmergel und blauliche Lettenmergel; stellenweise auch Conglomerate, Kalksteine und sehr verschiedenartige Mergel nebst Mergelschiefer in unaufhörlicher Abwechslung; nicht selten kleine Flötze von Schieferkohle. Dabei grosser Reichthum an Kupfererzen, theils in fossilen Holzstücken, theils im Sandstein und Mergelschiefer. — Paläontologisch wird diese Abtheilung durch unzählige Fragmente versteinerter Holzstämme charakterisirt, welche meist im Sandsteine unter Conglomeraten vorkommen; in demselben Niveau fand der Verf. auch Ueberreste von *Tubicaulis, Lepidodendron, Cyclopteris, Odontopteris, Pecopteris, Calamites gigas, C. Suckowii*, sowie *Productus Cancrini, Palaeoniscus Tchewkini*, und viele Saurierknochen.

2) Mittlere Abtheilung, mit weniger Kupfererzen. Thon und Sandmergel in dünnen Lagen; viele Schichten von Kalkstein und Mergelschiefer, zwischen denen oft schmale Lagen von Schieferkohle auftreten; auch buntfarbige Mergel: Sandsteine und brauner Thonmergel unbedeutend; äusserst regelmässig und dünn geschichteter Mergelgyps; Kupfererze weit seltener, als in der unteren Abtheilung. — Conglomerate und fossile Stämme fehlen, dagegen sind Fucoiden häufig; auch finden sich *Odontopteris Stroganovii, O. Fischeri, Neuropteris salicifolia, Pecopteris Wangenheimii*; von thierischen Ueberresten, welche oft auf grosse Strecken gänzlich vermisst werden, während sie an einzelnen Stellen sehr angehäuft sind, erwähnt der Verf. *Productus horrescens, P. Cancrini* (am Kidasch millionenweise), *Terebratula elongata* (bisweilen fuderweise), *Spirifer rugulatus*, u. a.; Saurierknochen sind selten. Uebrigens ist diese Gruppe nur stellenweise ausgebildet, und keinesweges überall vorhanden.

3) Obere Abtheilung, ohne Kupfererze. Sie findet sich nur hier und da auf den Kuppen der Berge und Plateaus, ist höchstens einige Faden mächtig und besteht aus mergeligen oder tuffartigen, oft kieseligen, z. Th. kreideähnlichen Kalksteinen, in denen der Verf. keine Spur von Fossilien zu entdecken vermochte. Erman's Archiv für wissensch. Kunde Russlands, V, 1847, S. 136 ff.

§. 377. *Permische Formation Russlands; Kupfererze, Gyps und Steinsalz, Lagerung.*

Der Reichthum an **Kupfererzen**, welcher den Namen **Kupfersan stein** veranlasste, und das Vorkommen mächtiger und weit ausgedehnter, bi weilen von **Steinsalz** begleiteter **Gyps-Ablagerungen**, diess sind e paar Erscheinungen, welche die permische Formation Russlands mit den teu schen Vorkommnissen in sehr nahe Beziehung bringen, und ihr eine *gleicl* bergmännische und nationalökonomische Wichtigkeit verleihen *).

Nirgends findet man einen so allgemein verbreiteten Reichthum von Ku pfererzen, als an der Westseite des Ural, in den Gouvernements Perm und Oren burg; doch giebt sich eine Abnahme desselben mit der Entfernung vom Gebirg zu erkennen, bis endlich in 400 oder 500 Werst Abstand die Erzführung auf-hört. Die beiden herrschenden Erze sind **Malachit** und **Kupferlasur**; doch ist nach Planer's interessanter Beobachtung auch **Volborthit**, also vanadinsaures Kupferoxyd, ziemlich häufig, theils als gelblichgrünes Pigment des Sandsteins, theils, und noch gewöhnlicher, als Anflug auf Klüften von Dendrolithen**; auch findet sich hier und da etwas Rothkupfererz. gediegen Kupfer, Kupferkies und Kupferglanz, sowie Vanadinit. Die Conglomerate, Sandsteine und Thonmergel sind es, in welchen diese Kupfererze meist fein eingesprengt oder als Anflug, selten in ganz kleinen Nestern vorkommen; besonders reichlich aber pflegen sie an den versteinerten Stamm- und Astfragmenten aufzutreten, welche der Sandstein in grosser Menge beherbergt. Gewöhnlich ist nur *eine* erzreiche Schicht vorhanden, welche einige Zoll bis ein paar Fuss, selten bis zu einem Lachter mächtig ist; bisweilen aber wechseln erzleere oder doch *erzarme* Schichten mit erzreichen Schichten ab***).

Nach Wangenheim v. Qualen ist das Vorkommen der Kupfererze sehr manchfaltig und regellos. Bald erscheinen sie als ein grüner, mit Malachit gemengter Sand, welcher Knollen, Nester und Lagen im rothen Sandsteine bildet; bald sind sie an die fossilen Calamitenstämme und andere Pflanzenreste gebunden, deren Fragmente zumal an der Rinde mit Malachit und Kupferlasur imprägnirt sind, bisweilen auch

---

*) Wir erinnern hierbei an die, bereits oben S. 604 und 614 erwähnten Mittheilungen von Reuss, denen zufolge das Rothliegende Böhmens in der Gegend von Böhmischbrod eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Kupfersandsteine Russlands zeigt. Mehre Sandsteinschichten sind erfüllt mit Malachit und Kupferlasur, welche auch die Fugen und Klüfte des Gesteins, und selbst die Gerölle seiner conglomeratartigen Varietäten überziehen. Dieselben Sandsteine enthalten Schweife und Schmitzen von bröcklicher Ruskohle und Fragmente von Pflanzenstämmen, welche gleichfalls mehr oder weniger mit Kupfererzen imprägnirt sind. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, III, 1852, S. 96 ff.

) **Erman's Archiv, Bd. VIII, S. 138. Diese Beobachtung lässt vermuthen, dass der von Kersten nachgewiesene Vanadingehalt des Thüringer Kupferschiefers wohl gleichfalls in einer geringen Beimengung von Volborthit begründet sei; was vielleicht mit dem Vorkommen desselben Minerals in den Manganerzen des Thüringer Waldes im Zusammenhange stehen dürfte.

***) G. **Rose**, Reise nach dem Ural, S. 145 ff., und **Zerrenner**, Erdkunde des Gouvernement Perm, S. 245.

von grün gefärbten Saurierknochen begleitet werden; bald, wie z. B. am südlichen Fusse des Obschtei-Syrt, sind es sandige Mergelschiefer, welche dem rothen und grauen Sandsteine in zahlreichen Schichten eingelagert und auf allen Fugen und Klüften mit Malachit und Kupferlasur angeflogen, oder auch mit denselben Erzen imprägnirt sind; bald endlich sind es blaulichgraue Thonmergel oder Kalkmergel, und selbst Kalksteine, welche die Erze enthalten. Erman's Archiv, V, 1847, S. 136 f. Hofmann ist der Ansicht, dass die Erze ursprünglich Schwefelverbindungen gewesen sein mögen, da man noch jetzt oft Kupferkies und Kupferglanz eingesprengt findet. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, S. 517.

Der Umstand, dass sich die Erzführung nur etwa 400 bis 500 Werst von der Uralkette nach Westen hin erstreckt, lässt vermuthen, dass sie von dort her ihren Ursprung nahm. Murchison hat die sehr wahrscheinliche Ansicht aufgestellt, dass während der Bildungsperiode der permischen Formation viele, mit Kupfersalzen geschwängerte Mineralquellen am Ural existirten, deren Wasser in die Flüsse und zuletzt in das permische Meer gelangten; da nun die Erze am reichlichsten in der Begleitung der Stämme, Aeste und Blätter von Landpflanzen vorkommen, so mögen es wohl dieselben Flüsse gewesen sein, welche die Kupfersalze und die Pflanzentheile hinausförderten. Murchison denkt sich diese Ereignisse in einem gewissen Zusammenhange mit der Bildung der Kupfererz-Lagerstätten an der Ostseite des Ural. *The Geology of Russia*, 1845, p. 168 und 473.

Der Gyps ist an der Westseite des Ural fast in einem ununterbrochenen Zuge von Orenburg bis jenseits des 60. Breitengrades bekannt, und in der Nähe von Perm insbesondere durch Tscheklezow gegen 16 Meilen weit nachgewiesen worden. Mächtige und z. Th. sehr ausgedehnte Ablagerungen desselben treten auch in der Linie von Ufa nach Samara, sowie von Ufa nach Kasan auf; ebenso ist er bei Barnukowa, im Gouvernement Nischni-Nowgorod, sehr bedeutend entwickelt, mit grossen von Pallas und Strangways beschriebenen Höhlen, und überhaupt ganz ähnlich dem Zechsteingypse am Südrande des Harzes. Aber auch im hohen Norden, an der Dwina und Pinega, gewinnt der Gyps eine ganz ausserordentliche Verbreitung.

Dass diese ausgedehnten Gypsmassen auch häufig von Steinsalz begleitet werden, diess wird schon sehr wahrscheinlich durch die zahlreichen Soolquellen, welche z. B. nördlich von Perm bei Solikamsk, ferner bei Totma und Balachna, sowie in der Kirgisensteppe bei Mertvisol bekannt sind. Bei der Festung Iletzkaja ragt aber auch, mitten in der unabsehbaren Ebene der genannten Steppe, aus den rothen sandigen Mergeln und weissen Gypsen ein gewaltiger Stock von Steinsalz hervor, dessen Ausdehnung durch Bohrversuche in sehr bedeutender Länge und Breite nachgewiesen worden ist; auch sind die Abbaue bereits bis 134 Fuss tief in dieses Steinsalz eingedrungen. Dasselbe ist ganz rein und weiss, grobkörnig, umschliesst bisweilen Stücke von bituminösem Holze, und wird steinbruchsweise gewonnen*). Die atmosphärischen Wasser haben die Oberfläche dieses, wie Herrmann sagte, gleichsam aus einem Gusse bestehenden Salzberges zu ganz ähnlichen Formen ausgewaschen, wie sie auf den Glet-

*) Nach G. Rose beträgt die jährliche Förderung 700,000 Pud. Reise nach dem Ural, II, S. 204; vergl. auch Herrmann im Magazin der Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin, IV, 1810, S. 192, und Borszczow in Würzburger naturwiss. Zeitschr. I, 274.

schern vorkommen. Nach Wangenheim von Qualen ist auch bei Ussollie, Gouvernement Perm, ein 49 Fuss mächtiges Steinsalzlager durchbohrt word welches über Gyps, und unter Mergel und Sandstein liegt.

Steinkohlen kennt man an mehren Puncten, besonders aber bei Bjele am Kidasch, wo die Flötze 1½ bis 3½ Fuss mächtig sind, und zum Theil ab baut werden.

Durch ihre Lagerung wird die permische Formation, wie in Teutschla und England, so auch in Russland als die, unmittelbar auf die Steinkohlenfo mation folgende Bildung charakterisirt, welcher sie dort in ihrem ganzen Ve breitungsgebiete concordant aufgelagert zu sein scheint. Dass sie aber au wirklich das Aequivalent des Rothliegenden und Zechsteins ist, dafür sprechen ausser vielen petrographischen Analogieen, ganz vorzüglich die organische Ueberreste, indem die Pflanzenreste gar sehr mit denen des Rothliegenden, di Thierreste aber in noch weit höherem Grade mit denen des Zechsteins überein- stimmen.

Es stellt also die permische Formation des inneren Russland gewissermaassen eine, durch fortwährende Wechsellagerung der Gesteine hervorgebrachte Combination des Rothliegenden und des Zechsteins dar, in welcher sich natürlich ein ganz anderes Gesetz der Gliederung zu erkennen geben muss, als diess in Teutschland und England der Fall ist. Aehnliche Verschiedenheiten der Zusammensetzung, Structur und Gliederung finden sich aber auch bei anderen Sedimentformationen in ihren verschiedenen Bildungsräumen; sie sind eine ganz natürliche Folge der verschiedenen Verhältnisse dieser Bildungsräume, und daher dürfte denn die Russische Formation, trotz ihres, wie Zerrenner sagt, „immerwährenden kunterbunten Schichtenwechsels und ihres fast chaotischen Charakters" dennoch mit allem Rechte als das Product gleichartiger und gleichzeitiger Bildungsprocesse zu betrachten sein, wie solche in anderen Gegenden das Rothliegende und den Zechstein hervorgebracht haben. Nur haben diese Processe in Russland eine andere Reihenfolge beobachtet, was sich besonders auffallend in der Stellung des Gypses zu erkennen giebt, welcher dort häufig die ganze Formation eröffnet.

Dass aber weiter nach Westen, in Kurland und Lithauen, der Zechstein, gerade so wie in Teutschland, als eine selbständige Bildung auftritt, diess ist durch die Beobachtungen von Pander und Grewingk erwiesen worden, und erlangt deshalb ein ganz besonderes Interesse, weil dadurch die permische Formation Central-Russlands mit jener des westlichen Europa in Verbindung gebracht wird.

Grewingk fand in Lithauen, 15 Werst nordwestlich von Popilany an beiden Ufern der Tabagina horizontale Schichten eines gelben, weichen und fossilreichen, sowie eines harten fossilarmen Kalksteins mit *Gervillia ceratophaga, Schizodus Schlotheimii, Modiola simplex.* Etwa 20 Werst weiter nach NW. entdeckte er in Kurland an der Windau dieselben Schichten, welche bei Wormsaten und Windaushof bis 20 Fuss mächtig über der devonischen und unter der Jura-Formation zu Tage austreten. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IX, 163 ff. auch V, 14, wo Pander's Beobachtungen erwähnt werden.

§. 378. *Permische Formation in Frankreich, Nordamerika, Spitzbergen.*

Man kennt die permische Formation auch in Frankreich, wie z. B. mehrorts in den Vogesen, wo sie jedoch (eben so wie in Böhmen) nur als Rothliegendes, ferner bei Littry (Calvados) und Plessis (la Manche), wo sie auf ähnliche Weise, und zugleich als ein steinkohlenführendes Schichtensystem ausgebildet ist.

Ob die in den Cevennen ziemlich verbreiteten, und auf der geologischen Karte von Frankreich als *grès inférieur du lias* bezeichneten, aus Conglomerat, Sandstein, bunten Mergeln und Kalkstein bestehenden Schichten, welche Emilien Dumas der Trias, de-Roys dagegen der permischen Formation zurechnet, wirklich durchgängig diese letztere Formation repräsentiren, diess ist wohl noch zweifelhaft. Dagegen sind die bei Alboy (Aveyron) und bei Lodève (Hérault) vorkommenden Ablagerungen gewiss hierher zu rechnen; eben so hat es viele Wahrscheinlichkeit für sich, dass die durch ihre Fischabdrücke bekannten Brandschiefer von Muse und Igornay bei Autun, welche dort über der Steinkohlenformation liegen (S. 602) und von Sandsteinen begleitet werden, in denen sehr viele Psaronien und andere verkieselte Dendrolithen vorkommen, von der carbonischen Formation getrennt und der permischen Formation zugerechnet werden müssen.

Ueber die permische Formation von Alboy und Lodève gab Coquand Mittheilungen, aus denen wir Folgendes entlehnen.

A. Bei Alboy am Aveyron ist die Formation 60 Meter mächtig, liegt concordant auf der Steinkohlenformation, wird eben so vom Buntsandsteine bedeckt, und besteht wesentlich aus drei Etagen:

1. Conglomerat und Sandstein; meist Quarzconglomerat, z. Th. sehr locker; der Sandstein ist anfangs grobkörnig, zuletzt sehr feinkörnig, übrigens grau, mit weissen Puncten von Kaolin und mit Glimmerschuppen; an der Luft färbt er sich oberflächlich gelblichgrün; das Ganze 10 Meter mächtig.
2. Schieferthon, braun, grau und blaulich, mehr oder weniger bituminös, sehr fein und weich, leicht zerfallend, reich an Glimmer, mit Nieren von Thoneisenstein und undeutlichen, sparsamen Pflanzenresten; 16 bis 17 Meter stark.
3. Kalkstein; schwarz oder dunkel rauchgrau, dicht oder feinkörnig, mit untergeordneten Schichten von Schieferthon und Sandstein; nach oben gelber und brauner Dolomit, und endlich dünnschichtiger, rauchgrauer bis schwärzlichbrauner Kalkstein; 29 bis 30 Meter mächtig. Undeutliche kleine Bivalven, ein paar Knochenfragmente und ein Zahn sind die einzigen organischen Ueberreste, welche Coquand auffand.

Bei Rodez tritt die Formation wieder unter dem Buntsandsteine zu Tage aus, liegt aber dort unmittelbar auf Glimmerschiefer, und hält zum Theil ächte Dolomite und selbst Asche.

B. Bei Lodève ist die Formation besonders auf dem linken Ufer der Ergue gegen Mas-Arnaud hin entwickelt. Sie liegt dort auf Thonschiefer, ist 91 Meter mächtig und zerfällt in drei Etagen:

1. Polygene Conglomerate, wechselnd mit gelben und eisenschüssigen Sandsteinen; 42 Meter stark.

2. Dolomit, gelb, krystallinisch, sehr fest, nach unten voll von Fragmer anderer Gesteine, nach oben rein, zuletzt weich und zerreiblich: 22 M stark.
3. Schwarzer sehr dünnschieferiger Brandschiefer, dann blaulicher, s fester, unter dem Hammer klingender Schiefer, bekannt durch seine Pflanz reste, endlich schwärzlicher Schieferthon; zusammen 27 Meter.

Darüber folgt bei Mas-Arnaud die Buntsandstein-Formation.

Unter den von Brongniart bestimmten Pflanzen sind besonders mehre Spec von *Walchia* sehr vorwaltend; ausserdem kommen mehre Farnkräuter aus den G tungen *Pecopteris, Sphenopteris, Callipteris, Neuropteris, Alethopteris,* ferner *Annul ria floribunda* und, nach Marcel de Serres, eine *Nöggerathia*, überhaupt noch vi ächt carbonische Formen vor, während Calamiten gänzlich fehlen. Coquand. i *Bull. de la soc. géol.* [2], XII, 1855, p. 128 ff. Marcel de Serres, *ibidem* p. 689 u 1188 ff. Nach Paul Gervais ist auch kürzlich in den Schiefern von Lodève das Sk let eines Sauriers gefunden worden, welchen er *Aphelosaurus lutevensis* nennt *Comptes rendus, t.* 48, 1859, p. 192.

Auch bei Neffiez in Languedoc existirt die permische Formation, grossentheil als Dolomit, mit *Walchia piniformis, W. Schlotheimi, Neuropteris Dufrenoyi* u. a Resten; Fournet in *Bull. de la soc. géol.* (2), VIII, p. 53. Endlich hat Pidancet im Forêt de la Serre (Jura) und im Dép. der Saône und Loire zwischen der Steinkohlen- und Buntsandstein-Formation eine Sandstein-Ablagerung nachgewiesen, in welcher sehr schöne Abdrücke von *Walchia Schlotheimi* und *W. hypnoides* vorkommen, was Coquand im *Bull. de la soc. géol. t.* XIV, p. 13 bestätigt.

Während es in Nordamerika bis vor wenigen Jahren noch an bestimmten Beweisen für das Vorkommen der permischen Formation fehlte, so sind neuerdings durch Marcou und Shumard, durch Swallow und Hawn Beobachtungen veröffentlicht worden, welche es kaum noch bezweifeln lassen, dass diese Formation einerseits in Neu-Mexico, anderseits in Kansas in grosser Verbreitung vorhanden sei.

Marcou gab eine ausführliche Schilderung der in Nordamerika sehr verbreiteten Sandsteinbildung, welche er unter dem Namen *nouveau grès rouge* zusammenfasst, und schloss aus seinen Beobachtungen, dass die unterste, in Neu-Mexico zwischen dem Rio Colorado Chiquito und der Sierra de San Francisco vorhandene Etage, welche eine Mächtigkeit von mehren hundert Fuss besitzt, und vorwaltend aus einem dünn und regelmässig geschichteten sehr dolomitischen Kalksteine besteht, nach ihrer petrographischen Beschaffenheit und bathrologischen Stellung dem Magnesia-Kalksteine Englands entsprechen dürfe, obgleich die sehr schlecht erhaltenen Petrefacten zu einer Bestätigung dieser Ansicht nicht genügen. *Bull. de la soc. géol.* (2), t. 12, p. 864 ff.

Bald darauf meldete Shumard, dass in den Bergen von Guadeloupe in Neu-Mexico die permische Formation sehr verbreitet und durch ihre Fossilien sehr bestimmt charakterisirt sei. Sie besteht wesentlich aus einem weissen Kalksteine, welcher auf den Schichten der Steinkohlenformation liegt, und über 1000 Fuss mächtig wird. Fast 40 Fossilien waren schon damals bekannt worden; darunter viele neue, aber auch manche bekannte Formen, z. B. *Camarophoria Schlotheimi, C. Geinitziana, Productus Leplayi, Strophalosia Cancrini, Terebratula elongata, Spirifer cristatus, Sp. permianus, Acanthocladia anceps, Synocladia virgulacea. Comptes rendus, t.* 46, 1858, p. 897.

Fast gleichzeitig machten Meck und Hayden sowie Swallow und Hawn die interessante Entdeckung bekannt, dass auch in Kansas ein, stellenweise bis 820 Fuss

mächtiges und sehr verbreitetes Schichtensystem existirt, welches wesentlich aus rothbraunen Schieferthonen und dolomitischen Kalksteinen besteht, der Steinkohlenformation concordant aufgelagert und durch seine organischen Ueberreste als ein Aequivalent der permischen Formation charakterisirt ist. *The Amer. Journ. of sc.* (2), *vol.* 26, *p.* 115.

Endlich mag noch bemerkt werden, dass auf Spitzbergen nicht nur die carbonische, sondern auch die permische Formation existirt, wie de-Koninck gezeigt hat, indem er unter den von dort gebrachten Fossilien mehre ächt permische Formen (z. B. *Productus horridus*, *Strophalosia Cancrini*, *Spirifer alatus* u. a.) erkannte, welche es gar nicht bezweifeln lassen, dass in jenen arktischen Regionen die Aequivalente der teutschen Zechsteinbildung vorhanden sein müssen.

Viertes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der permischen Formation.

§. 379. *Allgemeines; Flora der permischen Formation.*

Wie in der Steinkohlenformation die Pflanzenreste vorzüglich innerhalb der Sandsteine und Schieferthone, die Thierreste vorzüglich innerhalb der Kalksteine vorkommen, so verhält sich diess auch in der permischen Formation. Wo also die Sandsteine und die Kalksteine derselben in die beiden selbständigen Glieder des Rothliegenden und des Zechsteins getrennt sind, da werden wir im ersteren vorzugsweise vegetabilische, im letzteren dagegen vorzugsweise animalische Ueberreste erwarten können. Doch umschliesst der Zechstein, namentlich im Kupferschiefer, nicht selten Fucoiden, bisweilen auch Landpflanzen, wogegen die Pflanzenreste des Rothliegenden wohl immer den Charakter von Landpflanzen an sich tragen. Die dem Rothliegenden untergeordneten Lager von Kalkstein und Brandschiefer endlich enthalten auch häufig, zugleich mit Pflanzenresten, Abdrücke von Fischen, Koprolithen und einige andere thierische Ueberreste.

Bei einem allgemeinen Ueberblicke der Flora und der Fauna der permischen Formation giebt sich uns die grosse Armuth derselben, d. h. die verhältnissmässig geringe Anzahl von specifisch verschiedenen Formen, als eine höchst auffallende Erscheinung zu erkennen. Diese Armuth stellt sich (wie bereits S. 619 erwähnt wurde) nicht nur für die Fauna, sondern auch für die Flora der permischen Formation heraus, wenn wir beide mit denen der vorausgehenden Steinkohlenformation vergleichen. Denn während aus dieser Formation vielleicht an 800 Pflanzenspecies und über 1400 Thierspecies bekannt sind, so lassen sich aus der permischen Formation nach Göppert nur 180 vegetabilische, und nach King nur etwa 250 animalische Formen aufzählen.

Die Flora der permischen Formation lässt noch viele, sehr auffallende Analogieen mit jener der Steinkohlenformation erkennen, aus welcher viele Ge-

schlechter in das Rothliegende hinaufreichen, obwohl die Species grossenthe verschieden sind. Dass jedoch noch gar manche Species der jüngeren Kohle formation auch im Rothliegenden vorkommen, diess kann uns nicht befremde wenn wir bedenken, dass die Veränderungen der Flora überhaupt nur allmäl Statt fanden, und hier früher dort später begonnen haben.

Von Pflanzenstämmen erscheinen noch einige Calamiten, unter wel chen zumal der grosse *Calamites gigas* als eine sehr ausgezeichnete permisch Form erwähnt zu werden verdient. Das Genus *Calamitea* scheint bis jetzt nu im Rothliegenden bekannt zu sein, wo seine Stämme, gewöhnlich im verkiesel- ten Zustande, getroffen werden. Eine vorzügliche Wichtigkeit erlangen aber die Gat- tungen *Psaronius* und *Tubicaulis*, deren verkieselte Ueberreste, zumal in den Thon- stein-Ablagerungen des Rothliegenden, so häufig vorkommen, dass sie für dieses Formationsglied überhaupt als sehr charakteristische Formen zu betrachten sind. Verkieselte Coniferenstämme finden sich gleichfalls nicht selten; dagegen fehlen die, für die Steinkohlenformation so wichtigen Gattungen *Sigillaria* und *Stigmaria* fast gänzlich; einige *Lepidodendra* sind nur als seltene Erschei- nungen zu erwähnen, und *Knorria imbricata* soll angeblich in Russland vor- kommen. Die von Cotta unter dem Namen *Medullosa* aufgeführten Cycadeen- stämme beschliessen die Reihe der wichtigeren stammartigen Pflanzentheile*).

Von anderen Pflanzenformen sind zuvörderst Fucoiden zu nennen, wel- che namentlich im Kupferschiefer, also in der tiefsten Schicht der Zechsteinbil- dung, häufig vorkommen, und grösstentheils dem Genus *Caulerpites* angehören. Farnkräuter spielen noch eine sehr wichtige Rolle, indem besonders die Gattungen *Neuropteris*, *Callipteris*, *Odontopteris*, *Alethopteris* und *Sphenopteris* in vielen, die Gattungen *Cyclopteris* und *Nöggerathia* noch in einigen Species auf- treten, deren Ueberreste theils in den Psammiten und Thonsteinen, theils in den Schieferletten und Schieferthonen des Rothliegenden, zum kleineren Theile auch in den untergeordneten Kalksteinlagern desselben, und sogar noch im Kupfer- schiefer angetroffen werden; die Mehrzahl der Species ist jedoch wesentlich verschieden von denen der carbonischen Formation. Eine ganz besondere Wichtigkeit erlangen die Walchien (oder Lycopoditen), indem ihre Zweige und Blätter bisweilen in grosser Menge vorkommen; dagegen sind von Conife- ren dergleichen Ueberreste nur sparsam gefunden worden, obgleich ihre ver- kieselten Stämme zu den ziemlich häufigen Erscheinungen gehören.

Nach Göppert's neueren Mittheilungen vom Jahre 1858 lässt sich die Ge- sammtzahl aller Species auf 182 veranschlagen; davon kommen 169 auf das Rothliegende und 13 auf den Kupferschiefer. Die meisten Species kennt man aus Teutschland, Russland und Frankreich, und nur 17 Species sollen aus der

*) Bei den nicht selten vorgekommenen Verwechslungen oder Vereinigungen des Roth- liegenden mit der Steinkohlenformation dürften manche ältere (zum Theil auch in neuere Schriften übergegangene) Angaben über das Vorkommen von Pflanzen nicht immer mit un- bedingtem Vertrauen aufzunehmen sein.

Steinkohlenformation in die permische Formation übergehen, so dass die Flora der letzteren als eine eigenthümliche und sehr selbständige zu betrachten ist.

Nach dieser allgemeinen Uebersicht wenden wir uns zu einer Aufzählung der wichtigsten Pflanzenformen, welche bis jetzt in der permischen Formation nachgewiesen worden sind*).

1. Fucoiden.

Caulerpites selaginoides Sternb., in Teutschland und England häufig; wird auch als *Ullmannia sel.* aufgeführt.
Chondrites digitatus Sternb., Thüringen.
Rhizophycus Hoëianus Gein., im Zechstein von Könitz und Corbusen.

Ueberhaupt kannte man nach Althaus im Jahre 1846 aus dem Kupferschiefer 14 verschiedene Species von Fucoiden.

2. Calamariae.

Calamites gigas Brong., Russland, Sachsen.
. . . *Dürri* Gutb., Sachsen.
. . . . *infractus* Gutb., Zwickau in Sachsen.
. . . *Suckowii* Brong. Russland.
Calamitea striata Cotta, Gegend von Chemnitz in Sachsen.
. . . *bistriata* Cotta, ebendaselbst.
. . . *lineata* Cotta, desgleichen.
Asterophyllites spicata Gutb., Zwickau.
Annularia carinata Gutb., ebendaselbst.

3. Filices.

a. Laub.

Sphenopteris erosa Morr., Russland und Sachsen.
. . . . . *bipinnata* Münst., Ilmenau und Riechelsdorf.
. . . . . . *Naumanni* Gutb., Zwickau und Oschatz.
Hymenophyllites semialatus Gein., mehrorts in Sachsen.
Neuropteris Loshii Brong., Sachsen, mehrorts.
Callipteris conferta Sternb., Böhmen, im Kalkschiefer des Rothliegenden.

Aus Russland werden 9 Species von *Neuropteris* citirt, welche zum Theil auch carbonisch sind.

Odontopteris Stroganowii Morr., Russland.
. . . . . . *permiensis* Brong., Russland.
. . . . *obtusiloba* Naum., Oschatz und viele andere Gegenden.
Noggerathia expansa Brong., Russland.
Taeniopteris Eckhardti Germ., Mansfeld im Kupferschiefer.
Cyatheites arborescens Brong., Sachsen mehrorts, Böhmen, Schlesien.
Alethopteris pinnatifida Gutb, desgleichen.
. . . . . *Martinsi* Germ., Mansfeld und Frankenberg, im Kupferschiefer.

*) Wegen der Abbildungen verweisen wir auf das zweite Heft der von Geinitz und Gutbier herausgegebenen Versteinerungen des Zechsteins und Rothliegenden, auf die Abhandlung von Geinitz über die Leitpflanzen der permischen Formation in Sachsen (1858), auf Gümbel's Abhandlung über die Flora des Rothliegenden bei Erbendorf (1860), auf Cotta's Dendrolithen, auf Stenzel's wichtige Abhandlung über die Staarsteine, auf King's *Monograph of Permian fossils*, und auf den zweiten Band von Murchison's *Geology of Russia*. Im *Bull. de l'Acad. Imper. de St. Petersbourg*, *X*, 1852, *p.* 377, gab v. Mercklin ein Verzeichniss der 42 bis jetzt in Russland nachgewiesenen Pflanzenspecies.

Alethopteris Göpperti Münst., Mansfeld, Ilmenau, im Kupferschiefer.
. . . . . . *gigas Gutb.*, Zwickau, Weissig, Erbendorf.

b. Stämme.

Tubicaulis primarius Cotta, Flöha bei Chemnitz, = *Zygopteris primaeva Corda.*
. . . . . *solenites Cotta*, ebendaselbst, = *Selenochlaena Reichii Corda.*
Psaronius asterolithus Cotta, Sachsen, Böhmen.
. . . . . *helmintolithus Cotta*, Sachsen, Böhmen, Thüringen.

Ueberhaupt führt Unger 29 Species von *Psaronius*, grösstentheils nach Cor(und seinen eigenen Bestimmungen auf.

4. Selagines.

Lepidodendron elongatum Brong. Russland.
Kutorga giebt noch zwei andere Species an.

5. Cycadeaceae.

Medullosa elegans Cotta, Sachsen, mehrorts.
. . . . . . *porosa Cotta*, desgleichen.

6. Palmae.

Guilielmites permianus Gein. Früchte, bei Grüna in Sachsen, Weiden in Baiern.

7. Coniferae.

Walchia piniformis Sternb., Oschatz, Zwickau, Harz, Böhmen, Thüringer Wald, Wetterau.
. . . . . *filciformis Sternb.*, ebendaselbst.
. . . . . *pinnata Gutb.*, desgleichen.
Ullmannia Bronni Göpp., Frankenberg, Pössneck, einzelne Blätter auch bei Mügeln und Ronneburg.
. . . . . . *frumentaria Göpp.*, ebendaselbst.
Dadoxylon Brandlingi Endl. ist = *Araucarites Br.*
. . . . . . *stellare Ung.*
. . . . . . *stigmolithos Ung.*
Araucarites Schrollianus Göpp.

§. 380. *Fauna der permischen Formation.*

Die Fauna der permischen Formation ist besonders in ihren aus Kalkstein bestehenden Schichten und Etagen niedergelegt, während die übrigen Schichten nur selten thierische Ueberreste umschliessen; doch sind auch im Stinksteine dergleichen nur äusserst selten beobachtet worden, welcher überhaupt, eben so wie der Gyps, der Anhydrit und die meiste Rauchwacke zu den fossilfreien Gesteinen der Formation gehört*).

*) Doch finden sich ziemlich häufig Fische in den Brandschiefern Teutschlands, Saurierknochen im Kupfersandsteine Russlands. Die dem Rothliegenden untergeordneten Kalksteinlager haben ausser Fischen und Pflanzen nur selten etwas Anderes gezeigt. Schulze will in den Kalksteinschichten bei Rothenburg Terebrateln gefunden haben (Leonh. Min. Taschenb. VIII, S. 613), und Brunner fand in einer Kalksteinschicht bei Zwickau kleine Gasteropoden, welche von Gutbier provisorisch unter dem Namen *Turbonilla Zwickaviensis* aufführte. Bei Niedermuschütz unterhalb Meissen entdeckte Cotta im Schieferletten des dortigen Sandsteins kleine Bivalven, welche einigermaassen an *Posidonomya minuta* erinnern, aber jedenfalls verschieden von denjenigen Schalen sind, die in den Oschatzer Brandschiefern millionenweise vorkommen, und wahrscheinlich einer *Cypris* angehören.

Die Fossilien der permischen Periode führen uns die letzten Formen der paläozoischen Fauna vor, welche mit dieser Periode zuEnde ging, um einer ganz neuen Thierwelt Platz zu machen. Die Anzahl der bekannten Species beträgt ungefähr 250, von welchen jedoch die meisten der permischen Formation ausschliesslich zugehören, und nur wenige aus älteren Formationen heraufreichen.

Amorphozoën und Foraminiferen sind nur in geringer Anzahl bekannt.

Von Korallen, deren im Kohlenkalksteine so viele vorkommen, kennt man im Zechsteine nur sehr wenige, isolirte und kleine Formen.

Die Krinoiden, diese im Kohlenkalksteine in zahlreichen Geschlechtern und oft in erstaunlicher Menge der Individuen vorkommenden Echinodermen sind im Zechsteine auf eine einzige Species, den *Cyathocrinus ramosus*, reducirt, und von anderen Echinodermen kennt man nur noch eine *Cidaris* und eine *Asterias*.

Unter den Mollusken erlangen zuvörderst die Bryozoën eine bedeutende Wichtigkeit, indem einige Species der Gattungen *Fenestella, Acanthocladia* und *Ichthyorhachis* stellenweise zu förmlichen Bänken und Riffen angehäuft sind. Nächst ihnen sind besonders die Brachiopoden von grossem Belang. Die Gattung *Productus* enthält nach de Koninck 10 permische Species, von welchen *P. horridus, P. Cancrini* und *P. Geinitzianus* die drei gewöhnlichsten sind, insbesondere aber der erste in Teutschland und England, der zweite dagegen in Russland als eine höchst charakteristische Leitmuschel auftritt. Von *Chonetes* scheint nur eine Species, nämlich die in der Steinkohlenformation bekannte *Ch. variolata* vorzukommen. *Orthis* ist noch in ein paar Species vorhanden, an welche sich einige Formen der Gattung *Strophalosia* anschliessen. Von Spiriferen erscheinen besonders *Sp. undulatus* und *Sp. alatus* als ein paar wichtige Leitmuscheln. Die Terebrateln der permischen Formation sind durch ihre eigenthümliche innere Structur dermaassen ausgezeichnet, dass sie von King unter besondere Gattungen gebracht wurden. *Lingula* und *Discina* erscheinen nur sehr sparsam vertreten. — Die Conchiferen oder Acephalen lassen uns zumal die Gattungen *Avicula, Gervillia, Mytilus* und *Schizodus**) als solche erkennen, welche, obgleich nur in sehr wenigen Species ausgebildet, doch eine ziemliche Verbreitung besitzen, und daher mehre Leitmuscheln geliefert haben. — Die Gastropoden sind weniger verbreitet, sowohl was die Zahl der Gattungen und Arten, als auch was die Menge der Individuen betrifft; auch liefern sie lauter sehr kleine Species, wie denn überhaupt die meisten Mollusken der permischen Formation verhältnissmässig nur unbedeutende Dimensionen erreichen. — Von Cephalopoden sind bis jetzt nur ein *Nautilus*, nämlich *N. Freieslebeni*, und ein Orthoceratit nachgewiesen worden, und diese Armuth an Cephalopoden ist wohl eine der hervorstechenden Eigenthümlichkeiten der permischen Fauna.

---

*) Dieses Geschlecht ist nach v. Grünewaldt mit dem Bronn'schen Genus *Myophoria* zu vereinigen. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. III, S. 247 f.

Unter den Crustaceen sind die Trilobiten gänzlich verschwunden. E seltener *Prosoponiscus*, viele Cytheren, und die in manchen Brandschiefern zahlreich erscheinenden Cypriden dürften als die alleinigen Repräsentanten d Crustaceen zu betrachten sein.

Was endlich die Wirbelthiere betrifft, so sind es vorzüglich Fisch deren ausserordentlich häufiges Vorkommen im Kupferschiefer Teutschlanc schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Geologen und Paläontologen er regt hat; auch die in demselben Horizonte auftretenden Mergelschiefer England sind reich an Fischen. Namentlich haben die Geschlechter *Palaeoniscus*, *Platysomus* und *Acrolepis* viele Species geliefert; dabei ist es aber merkwürdig, dass in beiden Ländern lauter verschiedene Species vorkommen; während z. B. in Teutschland *Palaeoniscus Freieslebeni* zu den gewöhnlichsten Formen gehört, so erscheint in England *P. comtus* als die allerhäufigste Species. Die Fische scheinen also während der permischen Periode ziemlich beschränkte Verbreitungsgebiete gehabt zu haben, und es kann uns um so weniger befremden, wenn die Species aus Nordamerika noch mehr von den Europäischen abweichen, als diese unter einander. Eben so sind die in den Kalkschiefern und Brandschiefern des Rothliegenden vorkommenden Fische verschieden von denen des Zechsteins*). Ueberhaupt aber kennt man 53 Species von Fischen, welche insgesammt zur Abtheilung der heterocercalen Fische gehören.

Ausser den Fischen sind noch besonders Saurier bekannt; so der *Proterosaurus Speneri*, der *Thecodontosaurus antiquus* und einige andere; nach Hermann von Meyer kennt man gegenwärtig Ueberreste von 24 verschiedenen Reptilien, welche fast alle von Sauriern abstammen**). Die Fusstapfen, welche Cotta aus dem Rothliegenden von Friedrichsroda am Thüringer Walde erwähnt, und die Koprolithen, welche Girard von Hohenelbe in Böhmen beschreibt, eben so wie diejenigen, die bei Oschatz vorkommen, dürften gleichfalls von Sauriern herrühren.

Indem wir von dieser allgemeinen Betrachtung der permischen Fauna zu einer Aufzählung ihrer wichtigsten Species übergehen, glauben wir nichts Besseres thun zu können, als folgendes Verzeichniss abdrucken zu lassen, welches wir der freundlichen Mittheilung von Geinitz verdanken.

Amorphozoën***).

Eudea tuberculata King
Mammillopora mammillaris King
Cupulospongia tunstallensis King
Tragos Binneyi King
Bothroconis plana King.

*) In den Böhmischen Kalksteinlagern finden sich zumal *Palaeoniscus Vratislaviensis* und *P. lepidurus*, in den Brandschiefern und bituminösen Schieferthonen *Xenacanthus Decheni* und *Acanthodes gracilis*.

**) H. v. Meyer, die Saurier aus dem Kupferschiefer der Zechsteinformation, Frankfurt, 1856; und Paläontographica, VII, 1860.

***) Um die Kenntniss der Fauna der permischen Formation haben sich neuerdings besonders Murchison, de Verneuil und v. Keyserling (*The Geology of Russia*), Geinitz (die Verst. der perm. Formation in Sachsen, Heft I), King (*Monograph of Permian Fos-*

Foraminiferen.

Spirillina pusilla King
[-ntalina permiana Jones
. . . . . Kingi Jones
Textularia triticum Jones
. . . . . . cuneiformis Jones.

Korallen.

Petraia profunda Germ.
Stenopora Mackrothi Gein.
Alveolites Producti Gein.

Echinodermen.

-athocrinus ramosus Schl.
-daris Keyserlingi Gein.
Asterias bituminosus Gein.

Bryozoën.

Retepora Ehrenbergi Gein.
Fenestella retiformis Schl.
. . . Geinitzii Orb.
-athocladia anceps Schl.
Synocladia virgulacea Phill.
Ichthyorhachis dubia King
Hippothoa Voigtiana King

Brachiopoden.

Lingula Credneri Gein.
Discina Konincki Gein.
Crania Kirkbyi Dav.
Thecidium productiforme Schaur.
Terebratula elongata Schl.
Camaraphoria Schlotheimi Buch
. . . . . . multiplicata King
Rhynchonella Geinitziana Vern.
Spirigera pectinifera Sow.
Spirifer alatus Schl.
. . . . undulatus Sow.
. . . . cristatus Schl.
Martinia Clannyana King
Orthis pelargonata Schl.
Strophalosia Goldfussi Münst.
. . . . . . lamellosa Gein.
, ... excavata Gein.
. . . . . . Morrisiana King
Productus Cancrini Vern.
. . . . . Geinitzianus Kon.
. . . . . horridus Sow.
. . . . . laterostratus Howse
. . . . . Leplayi Vern.

Conchiferen.

Panopaea lunulata Keys.
. . . . . Mackrothi Gein.
Edmondia elongata Howse
Tellina Tunelmensis Howse
Solemya biarmica Vern.
. . . normalis Howse
Cardiomorpha modioliformis King
Pleurophorus costatus Brown
Astarte Vallisneriana King
. . . . Tunstallensis King
Schizodus obscurus Sow.
. . . . . Schlotheimi Gein.
. . . . truncatus King
Leda speluncaria Gein.
Nucula Beyrichi Schaur.
Arca striata Schl.

---

sis, sowie *Annals and Mag. of nat. hist.* [2], *vol.* 17), Howse (ibidem, vol. 19), v. Grünewaldt (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. III), v. Schauroth (ibidem, V, VI und VIII, sowie Sitzungsberichte der kais. Ak. der Wiss. XI), Richter (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VII), Hermann v. Meyer, Jones, Kirkby, Reuss, u. A. sehr verdient gemacht.

Arca Kingiana Vern.
Mytilus Hausmanni Goldf. = *Myalina squamosa King*
Gervillia ceratophaga Schl.
. . . . *antiqua Münst.*
Avicula speluncaria Schl.
. . . . *pinnaeformis Gein.*
Lima permiana King
Pecten pusillus Schl.
. . . *Geinitzianus Kon.*

Gastropoden.

Paludina Zwickaviensis Gutb.
Turbonilla symmetrica Howse
. . . . . *Altenburgensis Gein.*
. . . . . *Phillipsi Howse*
. . . . . *Swedenborgiana King*
Turbo obtusus Brown
. . . *helicinus Schl.*
. . . *Taylorianus King*
Natica minima Brown
Pleurotomaria antrina Schl.
. . . . *penea Vern.*
. . . . *Verneuili Gein.*
Straparolus permianus King
Murchisonia subangulata Vern.
Bellerophon Sebachianus Gein.
Chiton Loftusianus King
. . . *Howseanus Kirkby*
. . . *cordatus Kirkby*
Chitonellus antiquus Howse
. . . . . *Hankockianus Kirkby*
. . . . . *distortus Kirkby*
Dentalium Speyeri Gein.
. . . . . *Sorbii King*
. . . . . *permianum King.*

Cephalopoden.

Nautilus Freieslebeni Gein.
Orthoceras Geinitzi Orb.

Pteropoden.

Conularia Hollebeni Gein.
Theca Kirkbyi Howse.

Würmer.

Serpula pusilla Gein.
. . . . *Schubarthi Schaur.*
Serpula Planorbites Münst.

Crustaceen.

Cythere nuciformis Jones
. . . . *Tyronica Jones*
. . . . *subelongata Gein.*
. . . . *Morrisiana Jones*
. . . . *biplicata Jones*
. . . . *Kutorgana Jones*
. . . . *frumentum Reuss*
. . . . *Geinitziana Jones*
. . . . *gracilis Jones*
. . . . *Kingi Reuss*
Cythere ampla Reuss
. . . . *curta Jones*
. . . . *plebeja Reuss*
. . . . *mucronata Reuss*
. . . . *acuta Jones*
. . . . *bituberculata Reuss*
Kirkbya permiana Jones
Prosoponiscus problematicus Schl.
Hemitrochiscus paradoxus Schaur.

Fische.

a. Gonoilepidoti.

Platysomus gibbosus Blainv.
. . . . . . *rhombus Ag.*
. . . . . . *intermedius Mün.*
Platysomus Althausi Mün.
. . . . . . *macrurus Ag.*
. . . . . . *striatus Ag.*

Pygopterus Humboldti Ag.
. . . . . *mandibularis Ag.*
. . . . . *latus Egerton*
Acrolepis asper Ag.
. . . . *angustus Mün.*
. . . . . *intermedius Mün.*
. . . . *giganteus Mün.*
. . . . . *exsculptus Germ.*
. . . . *Sedgwicki Ag.*
Palaeoniscus glaphyrus Ag.
. . . . . . *elegans Ag.*
. . . . . . *magnus Ag.*
. . . . . *Freieslebeni Ag.*
Palaeoniscus macropomus Ag.
. . . . . . *macrophthalmus Ag.*
. . . . . . *comptus Ag.*
. . . . . . *longissimus Ag.*
. . . . . . *catopterus Ag.*
* . . . . . *Vratislaviensis Ag.*
* . . . . . *lepidurus Ag.*
Dorypterus Hoffmanni Germ.
**Acanthodes gracilis Beyr.*
Coelacanthus granulatus Ag.
. . . . . . *caudalis Egerton*
. . . . . . *Hassiae Mün.*

b. Placoidei.

**Gyracanthus formosus Ag.*
**Xenacanthus Decheni Beyr.*
Janassa bituminosa Schl.
Radamas macrocephalus Mün.
Wodnika striatula Mün.
Byzenos latepinnatus Mün.

Diese Fische stammen sämmtlich aus dem Kupferschiefer oder bituminösen Mergelschiefer, mit Ausnahme derjenigen, deren Namen ein * vorausgesetzt ist, und welche im Gebiete des Rothliegenden vorkommen.

Reptilien.

Protorosaurus Speneri Meyer
Parasaurus Geinitzi Meyer
Sphenosaurus Sternbergi Meyer
Osteophorus Roemeri Meyer
Phanerosaurus Naumanni Meyer
Saurichnites salamandroides Gein.
. . . . . . *lacertoides Gein.*

Die beiden zuerst genannten Species stammen aus dem Kupferschiefer, die übrigen aus dem Rothliegenden.

Nach Geinitz sollen in Teutschland *Productus horridus* und *Spirifer undulatus* für die untere, dagegen *Schizodus Schlotheimi* und *Mytilus Hausmanni* für die obere Abtheilung des Zechsteins ein paar besonders bezeichnende Leitmuscheln sein. Wenn auch diese paläontologische Disjunction nach v. Grünewaldt, Zerrenner und Liebe in manchen Gegenden, wie z. B. in Schlesien, bei Pössneck und im Orlathale nicht streng durchzuführen ist, so liegt ihr doch insofern etwas Wahres zu Grunde, wiefern auch nach King und Howse die Brachiopoden meist auf die unteren Abtheilungen beschränkt sind, während in den obersten Abtheilungen nur Conchiferen und Gastropoden vorkommen. Dieses Gesetz scheint sich in Teutschland eben so zu bestätigen, wie in England. *Annals and Mag. of nat. hist.* [2] *vol.* 17, 1856, *p.* 340.

Neunter Abschnitt.

Porphyr-Formationen.

§. 381. *Einleitung; Trennung der quarzfreien und quarzführenden Porphyr*

Die so innige Verknüpfung und die so gewöhnliche Association, welche zi schen dem Rothliegenden und den Porphyren und Melaphyren Statt find mögen es rechtfertigen, wenn wir die Darstellung dieser porphyrischen Gebi unmittelbar auf die der permischen Formation folgen lassen; obwohl dui solche Einschaltung zwischen die permische Formation und die Trias keine weges angedeutet werden soll, dass alle Porphyre und Melaphyre nur zu di sen beiden Sedimentformationen in einer näheren Beziehung stehen. Dei einerseits giebt es viele Porphyre, deren Eruptions-Epochen in die Period weit älterer Sedimentformationen fallen*), anderseits aber kennt man au Porphyrbildungen, welche erst nach der Trias hervorgetreten sind. Desunge achtet dürfte jedoch die Mehrzahl der Porphyre und Melaphyre in die beide Perioden der permischen und der triasischen Formation fallen.

Wir unterscheiden die jetzt zunächst zu betrachtenden Gesteine als quarzfreie Porphyre, oder als Porphyrite, und als Porphyre in der engeren Bedeutung des Wortes, weil in der That grosse Ablagerungen dieser beiderlei Gesteine bekannt sind, welche sich auch nach ihren bathrologischen und geotektonischen Verhältnissen als wesentlich verschiedene Bildungen zu erkennen geben. Wenn also auch hier und da dieser Unterschied verschwindet, indem quarzfreie Porphyre stellenweise zu quarzhaltigen Porphyren werden (I, 601), so dürfte doch, bei einer allgemeineren Betrachtung, der durch den Mangel oder das Dasein des Quarzes ausgesprochene Gegensatz noch immer einen gewissen Werth behaupten, wie solches auch von G. Rose anerkannt worden ist. Manche quarzfreie Porphyre werden vielleicht künftig mit den Melaphyren zu vereinigen sein. Bis jedoch durch eine genaue Untersuchung ihres mineralischen und chemischen Bestandes die Beweise für die Nothwendigkeit einer solchen Vereinigung geliefert sein werden, glauben wir sie beide getrennt halten, und den Melaphyren einen besonderen Abschnitt widmen zu müssen.

Die Porphyre sind zwar krystallinische Gesteine; sie werden aber sehr häufig von klastischen Gesteinen begleitet, welche aus ihnen selbst durch Zerstückelung und Zerreibung hervorgegangen sind, und, nach Maassgabe ihrer verschiedenen Beschaffenheit, als Porphyrbreccien, Porphyrconglomerate, Porphyrpsammite und Porphyrtuffe oder Thonsteine unterschieden werden (I, 670). Haben sich diese klastischen Gesteine unter der Mit-

*) Man denke z. B. an die den cambrischen oder untersilurischen Schiefern Cumberlands eingelagerten Porphyre, von denen Sedgwick ausdrücklich bemerkt, dass sie als gleichzeitige, und nicht als spätere, instrusive oder eruptive Bildungen zu betrachten sind.

wirkung des Wassers gebildet, wie solches insbesondere von vielen Conglomeraten und wohl fast von allen Psammiten und Thonsteinen anzunehmen ist, so können sie nicht nur eine mehr oder weniger regelmässige Schichtung zeigen, sondern auch organische Ueberreste umschliessen, welche letztere bisweilen zu mancherlei Discussionen und seltsamen Folgerungen Veranlassung gegeben haben, wenn die sie einschliessenden Gesteine für wirkliche Porphyre angesprochen wurden, denen sie allerdings mitunter sehr ähnlich werden können. — Diejenigen Porphyrbreccien, deren scharfkantige Fragmente mit einander entweder unmittelbar verkittet, oder durch Porphyrtaig verbunden sind, hat man auch nach dem Vorgange von Voigt Trümmerporphyre genannt; und solche Gesteine lassen gar keine, oder nur eine sehr undeutliche Schichtung erkennen.

Die Zertrümmerung, Zermalmung und Zerreibung des porphyrischen Materials scheint sehr häufig schon während seiner Eruption und vor seinem endlichen Hervortreten an die Erdoberfläche Statt gefunden zu haben; daher denn manche Porphyre bedeutende Massen von porphyrischem Schutt vor sich hinausgeschoben haben, während andere von Breccien und Conglomeraten, wie von einer groben Emballage, umhüllt wurden. Viele Thonsteine dürften als das Product schlammartiger Eruptionen zu betrachten sein, indem der feine Porphyrschutt schon in den Tiefen der Erde mit Wasser in Verbindung trat, und im breiartigen Zustande eructirt wurde. Auf der Erdoberfläche angelangt wurde er dann vom Wasser weiter bearbeitet, in Schichten ausgebreitet, mit Geröllen und feinerem Detritus anderer Gesteine gemengt, auch wohl mit eingeschwemmten Pflanzentheilen versehen; und so entstanden jene Ablagerungen geschichteter Porphyrtuffe, denen wir namentlich im Rothliegenden so häufig begegnen.

Erstes Kapitel.

Quarzfreie Porphyre oder Porphyrite.

§. 382. *Petrographische Verhältnisse derselben.*

Zu der im ersten Bande S. 600 ff. gegebenen petrographischen Beschreibung der Porphyrite oder quarzfreien Porphyre haben wir noch Einiges nachzutragen. Delesse hat sich nämlich mit einer mineralogisch-chemischen Untersuchung des rothen antiken Porphyrs (des eigentlichen *Porphyrites* der Römer), eines quarzfreien Porphyrs aus der Gegend von Schirmeck in den Vogesen und eines sogenannten Rhombenporphyrs aus der Gegend von Christiania in Norwegen beschäftigt, und dadurch die Bahn zu einer genaueren Kenntniss der quarzfreien Porphyre gebrochen*). Ueber den eigentlichen Rhombenporphyr gab G. Rose einige sehr werthvolle Aufschlüsse, welche zwar von denen Delesse's etwas abweichen, im Allgemeinen aber es doch bestätigen, dass die Feldspathkrystalle dieses quarzfreien Porphyrs nicht Orthoklas, sondern

*) *Bull. de la soc. géol.* 2. *sér. VII,* 1850, p. 484, und *Mém. sur la const. min. et chim. des roches des Vosges*, p. 65 ff.

Oligoklas oder Loxoklas, also ärmer an Kieselsäure sind, als der gen Feldspath*). Damit hat sich auch Kjerulf, dieser gründliche Kenner und E scher der Gesteine Süd-Norwegens, einverstanden erklärt**).

Im antiken, durch seine rothe bis kastanienbraune Grundmasse, und weissen oder rosenrothen Feldspathkrystalle ausgezeichneten Porphyrite***) Delesse für die Grundmasse das sp. G. = 2,765, 62 p. C. Kieselerde, fast 8 p Eisenoxyd, und nur 0,35 bis 0,58 p. C. Glühverlust, während ihm die eingew senen Feldspathkrystalle das Gewicht 2,690, einen Gehalt von 59 p. C. Kiesel sehr wenig Eisenoxyd, und 1,64 p. C. Glühverlust ergaben. Uebrigens steht d Feldspath seiner Zusammensetzung nach zwischen Oligoklas und Andesin, n sich jedoch am meisten gewissen Varietäten der erstgenannten Species. Der e grössere Kieselerdegehalt der Grundmasse lässt vermuthen, dass sie vielleicht noch etwas freie Kieselsäure, oder auch viel Orthoklas enthält. Auch hat Del wirklich stellenweise kleine Quarzadern beobachtet, während die gänzliche wesenheit von eingesprengten Quarzkörnern diesen antiken Porphyrit von rec wegen zu den quarzfreien Porphyren verweist. Auch enthält derselbe, wie Rose schon früher bemerkte, kleine Hornblendkrystalle und mikroskopische Pa keln von Glanzeisenerz.

In dem quarzfreien, nur Feldspath und Glimmer haltenden Porphyrite v Schirmeck bestimmte Delesse die Feldspathkrystalle als Oligoklas, dessen A wesenheit er auch in der Grundmasse vermuthet.

In den zollgrossen Feldspathkrystallen des dunkel grünlichgrauen Rhomben porphyrs von Tyveholm bei Christiania, deren spitz rhombische oder rhomboidisch Querschnitte diesen Namen veranlasst haben, fand Delesse nur 55,7 p. C. Kiesel erde, und überhaupt eine dem Labrador ziemlich nahe kommende Zusammen setzung, obwohl dieser Kieselerdegehalt noch etwas zu gross ist; auch bemer Delesse ausdrücklich, dass diese Feldspathkrystalle die am Labrador so gewöhnlich Zwillingsstreifung der Spaltungsflächen nicht besitzen. Die Grundmasse hat da sp. G. 2,771 und denselben Kieselerdegehalt wie die Feldspathkrystalle, was au später durch eine Analyse von Kjerulf bestätigt worden ist. Delesse ist daher ge neigt, diesen Rhombenporphyr von Tyveholm mit den Melaphyren zu vereinigen worin Kjerulf mit ihm übereinstimmt. — Dagegen bemerkt G. Rose, dass die Feld spathkrystalle der gewöhnlichen Rhombenporphyre orthotom und folglich mono klinisch sind, weshalb sie auch der Zwillingsstreifung ermangeln, dass ihr Kie selsäuregehalt nach einer Analyse von Svanberg beinahe 60, nach zwei Analysen von Kern fast 63 p. C. beträgt (auch Kjerulf fand fast 61 p. C.), dass diese letzte ren Analysen für sie überhaupt die Zusammensetzung des Oligoklases ergeben und dass Kern ihr sp. G. zu 2,615 bestimmte. Diese Resultate und die von Rose erkannte Rechtwinkeligkeit der Spaltungsflächen würde also beweisen, dass die Feldspathkrystalle des Norwegischen Rhombenporphyrs der von Breithaupt aufge stellten Species Loxoklas angehören. G. Rose vermuthet, dass die, auch von Delesse hervorgehobene sehr bedeutende Verunreinigung der Tyveholmer Krystalle durch fremdartige Beimengungen die Ursache sein möge, weshalb dieser ausge-

---

*) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. I, S. 378. Wir nehmen keinen Anstand, uns der Ansicht von G. Rose anzuschliessen, dass die Rhombenporphyre des südlichen Norwegen wohl richtiger den Porphyriten als den Melaphyren beizurechnen sind.

**) Das Christiania-Silurbecken, 1855, S. 33.

***) Dieser Porphyrit, dessen sich die alten Römer so häufig zu allerlei Kunstwerken bedienten, kam aus Aegypten, vom Djebel-Dokhan, unter 27° 20′, wo Wilkinson die alten Steinbrüche entdeckte, und später Lefebvre die geologischen Verhältnisse erforschte.

zeichnete Chemiker für sie eine labradorähnliche Zusammensetzung fand. Indessen gehört wohl der Tyveholmer Porphyr einer ganz anderen Gesteinsfamilie an als diejenigen, in der Gegend von Christiania so verbreiteten (und meist rothen oder braunen) Porphyre, deren Feldspathkrystalle von Svanberg, Kern und Kjerulf analysirt worden sind; denn auffallend bleibt es doch jedenfalls, dass Delesse auch in der Grundmasse jenes Porphyrs nur 55,3 p. C. Kieselsäure gefunden hat*). Ist aber die Ansicht richtig, dass jener Tyveholmer Porphyr zu den Melaphyren gehört, so würden die von Delesse am antiken Porphyrit und am Schirmecker Porphyr, sowie die von Kern und Kjerulf am eigentlichen Rhombenporphyr gefundenen Resultate beweisen, dass die Feldspathkrystalle der quarzfreien Porphyre theils Oligoklas, theils Loxoklas, also eine und dieselbe Substanz in zwei verschiedenen Formen, darstellen.

Dem antiken Porphyrite sehr ähnlich sind die schönen, zu Ornamenten vielfach verarbeiteten Porphyrite von Elfdalen in Schweden, welche in einer röthlichbraunen, kastanienbraunen bis bräunlichschwarzen, sehr harten und dichten Grundmasse Krystalle von Orthoklas (oder Loxoklas?) und Oligoklas, aber nur sehr selten Quarzkörner enthalten, und ganz gewöhnlich in einer lichteren, geflammten oder gestreiften Farbenzeichnung eine plane Parallelstructur erkennen lassen, welche der Ausdehnung ihrer Lagermassen conform ist, und in kleinerem Maassstabe an die Structur des Piperno von Neapel erinnert.

Es ist bemerkenswerth, sagt Hausmann, dass diese helleren Streifen und Flecke in einer bestimmten Richtung der Länge nach ausgedehnt sind, und dass die Ebenen, in welchen ihre Hauptausdehnung liegt, beinahe unter demselben Winkel gegen SW. geneigt sind, unter welchem die Hauptklüfte der Porphyrbänke gegen NO. fallen. Reise durch Skandinavien, V, S. 199. Delesse, welcher den Porphyrit von Rennås genauer untersuchte, fand in der That in den klinoëdrischen Feldspathkrystallen einen dem Oligoklas entsprechenden Gehalt von 62,25 p. C. Kieselerde, während die Grundmasse dieses Porphyrs 78 p. C. enthält, woraus sich auch die grosse Härte der Elfdaler Porphyre erklärt. Das specifische Gewicht des Gesteines überhaupt bestimmte er zu 2,623.

G. Rose beschrieb die schönen Porphyre des Altai, welche auf dem grossen Schleifwerke zu Kolywansk verarbeitet werden. Unter ihnen befinden sich Varietäten von dunkelbraunrother Grundmasse mit kleinen, weissen Krystallen eines triklinischen Feldspaths, vielen mikroskopischen Eisenglanzblättchen und seltenen Quarzkörnern. Am Korgon im Altai zeigt dieser Porphyr eine sphärolithische Structur, indem sich in der röthlichbraunen Grundmasse viele kleine, 2 bis 3 Linien grosse Kugeln einer dichten, blaulichgrauen Masse ausgeschieden haben, welche jedoch an der Oberfläche und im Mittelpuncte der Kugeln schwarz gefärbt ist.

Obgleich also diese Porphyre bisweilen Quarzkörner enthalten, so rechnet sie G. Rose doch zu seinen Syenitporphyren, weshalb sie denn gleichfalls in die Abtheilung der Porphyrite gehören dürften. Zu derselben Abtheilung gehören nach

*) Delesse selbst unterscheidet ausdrücklich den von ihm untersuchten sehr dunkelgrünen Tyveholmer Porphyr von dem gewöhnlichen, braunen oder braunrothen eigentlichen Rhombenporphyr, dessen Feldspathkrystalle er jedoch nicht analysirt hat.

neueren Mittheilungen Rose's die Porphyre von Heinersreuth bei Stadt Steinach Fichtelgebirge, von den Pentlandhills bei Edinburg, vom Ziegenrücken bei Hohe elbe in Böhmen, von Rovio bei Lugano, sowie die gleich zu erwähnenden Porphy von Wilsdruff und Potschappel in Sachsen. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. 307 f.

Solche quarzfreie Porphyre, welche nur Feldspath, aber keine andern Einsprenglinge enthalten, werden wohl auch bisweilen unter dem Namen Feldspathporphyr aufgeführt. Dahin gehören manche Gesteine aus dem südlich Norwegen, aus dem Thüringer Walde, und aus anderen Gegenden.

Eine sehr charakteristische Gruppe von Porphyriten ist diejenige, welc durch einen reichlichen Gehalt an Glimmerkrystallen ausgezeichnet i weshalb sie Cotta mit dem Namen Glimmerporphyr belegte (I, 600). Die glimmerreichen Porphyrite gewinnen in vielen Gegenden eine recht bedeuten Verbreitung. So bilden sie in Sachsen den Porphyrzug, welcher sich von Wil druff bis nach Potschappel erstreckt; auch spielen sie in den Gegenden d Triebischthales, sowie an beiden Elbufern bei Meissen eine wichtige Rolle, in dem sie daselbst nicht nur in grösseren Ablagerungen, sondern auch in sel schönen Gängen auftreten. Eben so finden sie sich in der Gegend von Altenbur und Kohren, im mittleren Böhmen (nach Jokely), und in grosser Ausdehnung am Thüringer Walde.

Alle diese Porphyre haben gewöhnlich eine röthlichbraune bis violettbraune oder blaulichbraune bis dunkel rauchgraue Grundmasse, in welcher triklinisch Feldspathkrystalle (also wahrscheinlich Oligoklas) und schwarze oder dunkel braune Glimmertafeln sehr reichlich eingewachsen sind; nur die Wilsdruff Porphyre verlieren gegen Potschappel hin ihren Glimmergehalt, und nehme dafür viele kleine, aber undeutliche und meist völlig zersetzte Hornblendkry stalle auf*), welche sehr gewöhnlich ihrer ganzen Länge nach einen Kern de porphyrischen Grundmasse umschliessen.

Auf der Oberfläche und auf Klüften sind sie licht fleischroth, isabellgel bis röthlichweiss gebleicht, zuweilen auch mit einem berg- bis seladongrüne Ueberzuge oder Pigmente versehen. Unter günstigen Umständen unterliegt diese Gesteine einer tief eingreifenden Zersetzung zu Kaolin; wie diess z. mit dem Altenburger Porphyr bei Rasephas der Fall ist (I, 728). Auch komm

*) Diese gegenseitige Vertretung des Glimmers und der Hornblende, welche in de genannten Porphyrzuge sehr auffallend ist, hebt auch G. Rose hervor, indem er bemerk dass nur selten beide Mineralien zugleich vorkommen, wie bei Folmersdorf in Schlesie Dasselbe ist der Fall bei Unkersdorf und an anderen Puncten zwischen Wilsdruff und Pot schappel. H. Fikentscher aus Baireuth hat den braunen Glimmerporphyr von Meissen, so wie den Porphyr von Wilsdruff und Kesselsdorf und den hornblendreichen Porphyr von Pot schappel einer Analyse unterworfen, und in den drei ersteren einen Gehalt von 68,1, 67,3 und 66,4, in dem letzteren einen Gehalt von 59,3 p. C. Kieselerde gefunden. Da die Porphyr von Kesselsdorf, Wilsdruff und Potschappel einer und derselben Ablagerung angehören, s beweist diess, wie abweichend der Kieselerdegehalt innerhalb verschiedener Regione eines und desselben Gebirgsgliedes sein kann. Das spec. Gewicht bestimmte Fikentscher fü den Meissner Porphyr zu 2,605 bis 2,674, für den Kesselsdorfer zu 2,682, für den Wilsdruffe zu 2,715, und für den Potschappeler zu 2,724 bis 2,740.

r nicht selten vor, dass mitten in dem, übrigens ganz frisch und unzersetzt heinenden Gesteine alle Feldspathkrystalle zersetzt und in eine kaotige Substanz verwandelt sind.

Eine genaue, mineralogisch-chemische Untersuchung dieser so häufig vorkommnden Gesteine ist sehr wünschenswerth. Dass sie nicht zu den eigentlichen Mephyren gehören, ist wohl eben so gewiss, als dass sie von den quarzführenden rphyren getrennt werden müssen. Die von Steininger, Warmholz und Gümbel chriebenen Porphyre des Donnersberges, der Gegend von Düppenweiler und enfeld dürften wohl ebenfalls grossentheils den Glimmer-Porphyriten angehön, da Steininger und Warmholz das Vorkommen von Quarzkörnern als Seltenit bezeichnen, während Gümbel sie gar nicht erwähnt, alle drei Beobachter aber ser Feldspath mehr oder weniger häufige Glimmerblättchen aufführen. Auch genkt Steininger des Vorkommens von Hornblende und Granat. Geognost. Beschr. Landes zwischen Saar und Rhein 1840, S. 80 ff., Karstens Archiv, X, 1837, 343, und Gümbel im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 551 ff. Auch die von Hoffnn beschriebenen Porphyre bei Flechtingen, zwischen Magdeburg und Helmstedt, einen grossentheils hierher zu gehören; Girard hat sie später für umgewandelten nschiefer erklärt. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, 1844, S. 115. Wien sich die Minette (I, 601) auch geognostisch den glimmerreichen Porphyriten chliessen dürfte, darüber müssen künftige Beobachtungen entscheiden*). Eben möchte es noch zweifelhaft sein, ob die von v. Dechen aus den Lennegegenden chriebenen, durch ihre graue Farbe und schieferige Structur ausgezeichneten uarzfreien Porphyre (I, 607) zu den Porphyriten oder Syenitporphyren Rose's gehnet werden können.

Ueber die Porphyrite des Thüringer Waldes verdanke ich meinem geehrten Freunde, Fikentscher in Baireuth, einige Mittheilungen. Er untersuchte 5 Varietän von Glimmerporphyr und 2 Varietäten von Feldspathporphyr aus der Gegend ischen Ilmenau und Schleusingen. Da sie alle mit Säuren ein mehr oder weniger bhaftes Aufbrausen zeigen, so befinden sie sich schon im Zustande beginnender Zertzung. Das specifische Gewicht der Glimmerporphyre schwankt von 2,684 bis 2,756; nur eine Varietät ging herab bis 2,648; die beiden Feldspathporphyre von hleusinger Neundorf haben das Gewicht 2,720 und 2,726. Die Grundmasse ist i allen schwieriger zu schmelzen, als die Grundmasse der wahren Melaphyre. Der Glimmer ist schwarz, und die Feldspathkrystalle lassen auf ihren Spaltungsflächen die Zwillingsstreifung zum Theil sehr deutlich erkennen. — Nach v. Fritsch zeigen die Porphyrite der Gegend von Ilmenau in ihrer meist rothbraunen Grundmasse folgende Einschlüsse: Orthoklas, Oligoklas, Magnesiaglimmer, Glanzeisenerz, z. Th. auch Hornblende und Pyrit, sowie bisweilen Quarz. Es lassen sich dort drei Varietäten, nämlich körniger Porphyrit, Feldspathporphyrit und Glimmerporphyrit unterscheiden, von welchen die beiden letzteren am meisten verbreitet, alle drei aber durch Orthoklaskrystalle ausgezeichnet sind, welche gewöhnlich sehr vorwaltend gegen den Oligoklas auftreten. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. XI, 119 ff.

An der Südseite des Harzes, in der Gegend von Ilfeld, und von dort einerseits bis nach Rothensütte anderseits bis zur Ebersburg, findet sich eine sehr ausgedehnte Porphyrit-Ablagerung, welche in neuerer Zeit der Gegenstand genauer Untersuchungen von Girard, Bäntsch und Streng gewesen ist**). Um die

*) Nach Daubrée scheint die Minette der Vogesen in einer nähern Beziehung zu den dortigen Dioriten zu stehen. *Descr. géol. et min. du dép. du Bas-Rhin;* 1852, p. 36.

**) Girard, über die Melaphyre in der Gegend von Ilfeld, im Neuen Jahrb. für Min.

Kenntniss der mineralischen und chemischen Zusammensetzung des Gestei aber hat sich besonders Streng sehr verdient gemacht, welcher viele Analys ausführte, und, unter Berücksichtigung der mehr oder weniger weit fortg schrittenen Zersetzung des Gesteins, den ursprünglichen Kieselsäuregehalt de selben zu 61,3 p. C. bestimmte.

Dieser Porphyrit hat gewöhnlich eine röthlichgraue, graulichrothe, blaulic rothe, bis röthlichbraune dichte Grundmasse, in welcher krystallinische Körn eines weissen triklinischen Feldspathes, kleine Körner oder Prismen eines du kelgrünen Minerals, sparsame, aber fast überall vorhandene ziemlich gro Körner von rothem Granat, und endlich fein eingesprengtes Glanzeisenerz od Titaneisenerz enthalten sind. Das specifische Gewicht des ganzen Gestei schwankt von 2,64 bis 2,73. Auffallend ist die grosse Verwitterlichkeit dies Porphyrites und die dadurch bedingte Zersetzung zu einem groben scharfkörn gen Gruse; selbst in den Steinbrüchen giebt sich schon nach Jahresfrist eine be ginnende Auflockerung des Gesteins zu erkennen, so dass es oft schwierig is ganz frische und feste Probestücke zu gewinnen.

Nach Streng, welcher die Mühe nicht scheute, aus dem Gesteine eine zur Ana lyse hinreichende Menge der Feldspathkörner mechanisch auszuscheiden, entspre chen dieselben in ihrer Zusammensetzung dem Labrador. Indessen bemerkt G. Rose dass dieses Resultat doch noch etwas zweifelhaft erscheine, weil die Feldspathkör ner nicht mehr frisch und mit dem grünen Minerale so innig gemengt seien, das sie durch die mechanische Analyse unmöglich davon ganz befreit werden könnten auch sei das von Streng für sie gefundene specifische Gewicht 2,6 zu klein, um si für Labrador zu halten. (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. XI, 297). Für da grüne Mineral fand Streng eine Zusammensetzung, welcher zufolge dasselbe einem eisenreichen Chlorit sehr nahe stehen würde; G. Rose hält es für zersetzte Horn blende. Die dichte Grundmasse des Gesteins, welche Streng gleichfalls besonder analysirte, liess zwar eine dem gemeinen Feldspathe oder Orthoklase ganz analoc Substanz erkennen; da jedoch diese Grundmasse nach G. Rose ein kryptokrystal linisches Gemeng ist, so kann sie wohl nicht blos für dichten Orthoklas gehalten werden.

Die Porphyrite entfalten bisweilen eine **breccienartige Structur** zeigen übrigens gewöhnlich eine unregelmässig-polyëdrische Zerklüftung, oft mals auch eine plattenförmige, selten eine säulenförmige Absonderung, und theilen mit allen übrigen Porphyren die Eigenschaft, mehr oder weniger schroffe Berg- und Thalformen zu bedingen.

Die Porphyrconglomerate am Donnersberge bestehen nach Steininger aus scharf kantigen Porphyrstücken, die ohne besonderes Bindemittel fest verkittet sind; man sieht sie im Falkensteiner Thale in ungeschichteten Massen entblösst. In einiger Entfernung vom Donnersberge finden sich auch abgerundete Geschiebe ein, und gegen Winnweiler scheint das Conglomerat zu wahrem Rothliegenden zu werden. Damit stimmt auch die Beschreibung wesentlich überein, welche Gümbel von diesen

1858, S. 145 ff., Bäntsch, über die Melaphyre des südlichen und östlichen Harzrandes, im IV. Bande der Abhandl. der naturf. Ges. zu Halle; Streng, über den Melaphyr des süd lichen Harzrandes, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. X, S. 99 ff. Die genannten Verff bezeichnen das Gestein als körnigen Melaphyr oder Melaphyr-Porphyr.

Breccien giebt, obwohl er ihnen eine deutliche Schichtung zuschreibt. — Die Glimmer-Porphyrite des Thüringer Waldes werden an vielen Puncten von Breccien begleitet, zu denen sie selbst das hauptsächliche Material geliefert haben.

Während nach G. Rose Oligoklas und Orthoklas (oder Loxoklas?) wie oftmals auch Magnesiaglimmer oder Hornblende als die gewöhnlichen Einsprenglinge der Porphyrite zu betrachten sind, zu denen sich nur selten Quarz in sparsamen Körnern gesellt, so dürften nach demselben ausgezeichneten Mineralogen Granat, Nephelin, Titanit, Magneteisenerz, Eisenglanz und Eisenkies als die wichtigsten accessorischen Bestandtheile zu erwähnen sein. Von accessorischen Bestandmassen endlich sind besonders Nester und Trümer von Chalcedon und Hornstein, bisweilen auch von Kalkspath und anderen Mineralien beobachtet worden.

Granat findet sich z. B. am Lidermont bei Düppenweiler und in dem Porphyritgebiete von Ilfeld, Nephelin (als Giesekit) in Grönland, und (als Liebenerit) bei Predazzo in Tyrol, Titanit am Kohlberge bei Folmersdorf in Schlesien, Magneteisenerz im Norwegischen, Glanzeisenerz im Elfdalener Porphyrite und in vielen anderen Varietäten. G. Rose, in Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. I, S. 382, und XI, S. 309. In den rothen oder braunen Feldspathporphyren des südlichen Norwegen finden sich oft blasenraumähnliche Cavitäten, welche theilweise mit Kalkspath, oder mit Natrolith, Prehnit, Apophyllit, Fluorit, Manganspath und Quarz erfüllt sind; im Kalkspathe sitzen nicht selten kleine Anthracitkugeln. Kjerulf, das Christiania-Silurbecken, S. 64.

§. 383. *Geotektonische Verhältnisse und Eruptions-Epochen der Porphyrite.*

Die Porphyrite erscheinen in solchen Lagerungsformen, welche ihre eruptive Entstehung ausser allen Zweifel setzen. Es sind besonders Gänge, mächtige Gangstöcke, mehr oder weniger ausgebreitete Decken und förmliche Lager, in welchen man sie auftreten sieht. Die Gänge, als die vorzüglich charakteristischen Formen, erreichen oft eine ansehnliche Mächtigkeit, stehen bisweilen in einem nachweislichen Zusammenhange mit anderen Lagerungsformen, und umschliessen nicht selten Fragmente ihres Nebengesteins. Dasselbe gilt von den Gangstöcken; die Decken und Lager aber erscheinen unter solchen Verhältnissen, dass sie nur als effusive, von Gängen auslaufende, und mit ihnen irgendwo in Verbindung stehende Ablagerungen erklärt werden können, welche sich weder auf gewöhnliche sedimentäre, noch auf metamorphische Gebilde zurückführen lassen *).

Der berühmte antike Porphyr bildet nach Lefebvre am Djebel-Dokhan einen 20 bis 25 Meter mächtigen Gang im Granite: er entwickelt stellenweise eine dunkel violettbraune Grundmasse mit kastanienbraunen Flammen und Streifen, und gewinnt dann eine grosse Aehnlichkeit mit gewissen Varietäten aus Elfdalen. Der Rhombenporphyr des südlichen Norwegen bildet theils Gänge, theils ungestal-

*) Da die Lagerungsformen der Porphyrite, der Porphyre und der Melaphyre wesentlich dieselben sind, und für die Porphyre in §. 385 ausführlicher geschildert werden, so verweisen wir auf diesen Paragraph. Fast Alles, was dort von den Porphyren gesagt wird, gilt auch von den Porphyriten.

tete Massen, theils grosse Plateaus, wie in Ringerige, wo er über dem devonisc Sandsteine wie ein ungeheures, über 1000 Fuss mächtiges Lager ausgebreitet scheint; die Gänge aber sind besonders häufig in der Gegend von Christiania, i erreichen oft eine recht ansehnliche Mächtigkeit. Auch die Porphyre von Elfd len, welche die Westseite des Siljan- und des Orssa-Sees in hohen Bergen um ben, sind nach Hisinger dem Sandsteine der dortigen Uebergangsformation aufge gert; auf dem Gipfel des Garberges wechselt der Porphyr mit Kieselschiefer u Porphyrbreccie; bei Åsbyn aber und an vielen anderen Puncten wird er von Gri stein bedeckt. *Anteckningar i Physik och Geognosie, I,* 1819, *p.* 36 ff.

Die ausgezeichneten Gänge, welche der Glimmer-Porphyrit in der Gegend v Meissen bildet, sind ausführlich im 5. Hefte der geognostischen Beschreibung d Königreiches Sachsen, S. 158 ff. geschildert worden. Im Triebischthale ragt l dem Buschbade der mächtige Gangstock des hohen Eifert auf, welcher sich na Norden in drei parallele Gänge zerschlägt, deren Verlauf und deren Durchsetzu durch den quarzführenden Porphyr von Dobritz mit grosser Deutlichkeit beobacht werden kann. Bei Prositz aber (a. a. O. S. 172), ist ein prächtiger, über 250 Fu mächtiger Gang desselben Gesteins entblöst, welcher zwischen Granit und Thon stein aufsetzt, und die Eruptionsspalte der, in den Thälern von Pröda und Mohli weit ausgebreiteten Porphyrablagerung zu bezeichnen scheint. Dieser Gang um schliesst nicht nur Granitfragmente, sondern auch zuweilen Schieferbrocken, obwohl weit und breit kein Schiefer anstehend zu finden ist.

Sehr ähnlich ist das Vorkommen der quarzfreien Porphyre am Thüringer Walde*) wo sie gleichfalls theils in Gängen, theils in mächtigen stockartigen Massen aufzutreten pflegen, welche letztere, bei oft bedeutender horizontaler Ausdehnung, nicht selten nach verschiedenen Richtungen in Gänge auslaufen. Breccien, aus Porphyritfragmenten und Porphyritcäment bestehend, gehören dort zu den sehr gewöhnlichen Begleitern der Porphyrite, und gewinnen oft eine recht bedeutende Ausdehnung.

Die grosse Porphyrit-Ablagerung von Ilfeld bildet eine sehr mächtige und weit ausgedehnte, von vielen Thälern und Schluchten zerschnittene und dadurch zu imposanten Bergen ausgearbeitete Decke, deren Auflagerung auf den Sandsteinen des Rothliegenden an mehren Puncten augenscheinlich und handgreiflich zu beobachten ist, während sie selbst längs der Linie von Königsrode über Ilfeld und Osterode bis nach Herrmannsacker ganz entschieden vom Weissliegenden und vom Zechsteine überlagert wird. Vergl. meine Abhandl. über die geotektonischen Verhältnisse des Melaphyr-Gebiets von Ilfeld, im Neuen Jahrb. für Min. 1860, S. 23.

Was die Eruptions-Epochen der quarzfreien Porphyre betrifft, so gab es deren unstreitig verschiedene, weshalb denn auch mehre, der Zeit nach verschiedene Formationen dieser Gesteine zu unterscheiden sind. Häufig sind sie im Gebiete von Granit- oder Syenit-Territorien hervorgetreten, in welchen sie bisweilen sehr ausgezeichnete Gänge bilden, so dass ihr jüngeres Alter nicht bezweifelt werden kann; wie solches z. B. für den antiken Porphyrit, für die Porphyrite der Gegend von Meissen und Wilsdruff, und auch für den Rhombenporphyr von Christiania erwiesen ist, von welchem letzteren Keilhau ausdrück-

*) Wie weit die quarzfreien Porphyre des Thüringer Waldes zu den dortigen Melaphyren gehören dürften, darüber sind die Ansichten getheilt. Credner, der gründliche Erforscher des Thüringer Waldes, vereinigt sie mit den Melaphyren, während sie Cotta als eine selbständige Bildung betrachtet, womit auch G. Rose einverstanden ist, da er diese, dort so verbreiteten Gesteine unter seinen Syenitporphyren mit aufführt. Bei der grossen Aehnlichkeit der porphyrartigen Melaphyre mit den Porphyriten mag ihre Unterscheidung und Trennung oft mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden sein.

ich bemerkt, dass er am Vettakollen drei Gänge im Syenite bilde; (*Gäa Norvegica, I,* 40). Dass die Porphyrite vielen quarzführenden Porphyren vorausgegangen sind, diess ist eben so gewiss, als dass es andere quarzführende Porphyre von höherem Alter giebt.

Wichtiger sind ihre Beziehungen zu den sedimentären Formationen, welche sich bei einem allgemeineren Ueberblicke der bekanntesten Vorkommnisse dergestalt bestimmen dürften, dass die Eruptions-Epochen der meisten Porphyrite zwischen das Ende der devonischen und der permischen Formation fallen. Einige sind entschieden älter, andere dagegen jünger als die Steinkohlenformation, und manche greifen schon in das Rothliegende ein.

Der Norwegische Porphyrit ist, seinen Lagerungsverhältnissen in Ringerige zufolge, nothwendig jünger, als die dortige Sandsteinbildung, welche Murchison für devonisch hält; dasselbe gilt wohl auch von dem Porphyrite in Dalarne. — Nach Kjerulf gehören die quarzfreien oligoklashaltigen Porphyre oder Porphyrite des südlichen Norwegen zu den ältesten porphyrischen Gesteinen der Gegend; sie bilden Gänge, Kuppen, Decken und Lager und stehen z. Th. mit dem dortigen Syenite in einem sehr genauen Zusammenhange. Dennoch sind sie jünger als der Augitporphyr von Holmestrand, welcher von ihnen überlagert wird. »Wer an der eruptiven Natur unsrer Porphyre zweifelt,« sagt Kjerulf, »der muss diese Gegend besuchen.« *Nyt Mag. for Naturvid. IX,* 1857, S. 306. — Der blaue Porphyrit der Gegend von Potschappel und Wilsdruff in Sachsen scheint fast von demselben Alter zu sein, da er der Bildung der Steinkohlenformation vorausgegangen ist, wie seine, in den tiefsten Schichten derselben vorkommenden Geschiebe beweisen. Zugleich ist es gewiss, dass die ähnlichen Gesteine des Meissner Porphyrdistrictes jünger sind, als der quarzführende Porphyr von Dobritz, während sie anderen quarzführenden Porphyren im Alter vorausstehen, deren Gänge bei Meissen die Gänge des quarzfreien Porphyrs durchschneiden. — Der Porphyrit von Altenburg ist entschieden älter, als das dortige Rothliegende, dessen Schichten ihm bei Kasephas völlig horizontal aufliegen, und mit viel Kaolin, dem Rückstande der Zersetzung des Porphyrs, erfüllt sind. Dagegen ist der Porphyrit am Südrande des Harzes unzweifelhaft jünger als das dortige Rothliegende, oder doch wenigstens als die beiden bei Ilfeld bekannten unteren Etagen desselben. — Die Glimmerporphyre des Thüringer Waldes sind nach Cotta jünger als die dortige Uebergangsformation, aber älter als die tiefsten, kohlenführenden Glieder des Rothliegenden. Nach Credners Beobachtungen unterliegt es keinem Zweifel, dass sie jünger, als die eigentliche Steinkohlenformation, aber auch zum Theil noch mit dem Rothliegenden in Conflict gerathen sind. Hiernach möchte man folgern, dass sich ihre Eruptionen zu verschiedenen Zeiten wiederholt haben, wenn nicht vielleicht ein Theil von dem, was Cotta als Glimmerporphyr aufführt, dem Melaphyre angehört. — Die Porphyre des Donnersberges und der Gegend von Düppenweiler sind nach Steininger und v. Dechen jünger als die Steinkohlenformation, und greifen unter solchen Verhältnissen in das Rothliegende ein, dass ihre Eruptions-Epoche in die Periode dieser Formation gesetzt werden muss. — Die dunkelfarbigen Porphyre des Morvan, welche nach der von Charmasse gegebenen Beschreibung den Porphyriten angehören, und von felsitischen, feldspathreichen Schiefern (also wohl von schiefrigen Felsit-Tuffen) begleitet werden, scheinen noch in die Periode der dortigen Grauwacke zu fallen, und sind wenigstens bestimmt älter, als die dasigen rothen quarzführenden Porphyre, da sie von deren Gängen durchschnitten werden*).

*) Charmasse in *Bull. de la soc. géol.* 2. *sér. IV*, 1847, *p.* 750. Der Verf. betrachtet diese Porphyrite als Producte einer Metamorphose der Schichten der Uebergangsformation;

Zweites Kapitel.

Quarzführende Porphyre oder Porphyre schlechthin.

§. 384. *Petrographische Verhältnisse derselben.*

Dass zwischen den Porphyriten und den eigentlichen Felsitporphyren oder den quarzführenden Porphyren keine ganz scharfe Gränze gezogen werden kann, weil die ersteren mitunter Quarzkörner enthalten, während die letzteren bisweilen sehr sparsam damit versehen sind, diess wurde bereits mehrfach hervorgehoben (I, 601 u. II, 672). Desungeachtet aber ist die Unterscheidung beider Gesteinsgruppen nicht aufzugeben, da sich solche in der grossen Mehrzahl ihrer Varietäten nicht nur nach ihren petrographischen, sondern auch nach ihren geotektonischen Verhältnissen als verschiedene Bildungen erweisen. Eine genauere und umfassende Untersuchung ihrer beiderseitigen Grundmassen und Einschlüsse dürfte wohl auch auf die Erkennung bestimmter substantieller Unterschiede gelangen lassen, wie solche in einem geringeren oder grösseren Gehalte an Kieselsäure wesentlich begründet sein müssen.

Die verschiedenen Porphyrformationen *) bestehen grösstentheils aus eigentlichen Felsitporphyren, also aus krystallinischen Gesteinen; viele derselben lassen aber auch klastische Gesteine erkennen, welche besonders als Breccien oder Conglomerate und als Thonsteine ausgebildet zu sein pflegen, durch welche die Porphyre mit gewissen sedimentären Formationen in unmittelbare Verbindung gebracht werden. Endlich erscheinen auch hier und da Pechsteine, also hyaline Gesteine, welche sich nicht füglich von den Porphyrformationen trennen lassen, in deren Gebiete sie häufig auftreten, und mit welchen sie auch petrographisch durch gewisse Porphyre von sehr dichter und homogener, im Bruche muschliger und schon etwas glänzender Grundmasse in Verbindung stehen.

Die Grundmasse der quarzführenden Porphyre dürfte wohl in den meisten Fällen als ein kryptokrystallinisches Gemeng von Feldspath und Quarz, in manchen Fällen als ein homogenes Gemisch von Feldspathsubstanz und Kieselerde zu betrachten sein, weshalb denn immer ein mehr oder weniger grosser Ueberschuss von freier Kieselsäure anzunehmen ist. Delesse bestimmte nach seinen eigenen und nach anderen Analysen den Kieselerdegehalt

---

er schreibt diese Metamorphose dem Einflusse des rothen Porphyrs zu, gesteht aber doch, wie gewisse Thatsachen zu beweisen scheinen, dass dieser Einfluss so gut wie gar keiner gewesen sei (*a été presque nulle*). Also Metamorphismus durch eine Ursache, deren Wirkung = 0 war! —

*) Wer sich ausführlicher über die Verhältnisse der quarzführenden Porphyre belehren will, den verweisen wir auf die sehr fleissig ausgearbeitete Monographie von G. *Leonhard*, Die quarzführenden Porphyre, 1851, auf v. Beust's Geognostische Skizze der wichtigsten Porphyrgebilde zwischen Freiberg, Frauenstein, Tharand und Nossen, 1835, und auf Streng's Abhandlungen über die Porphyre des Harzes, im Neuen Jahrb. für Min. 1860, S. 129, S. 257 und S. 385 ff.

der Grundmasse zwischen 64 und 75 Procent, so dass, mit Zuziehung der eingesprengten Quarzkörner, den Felsitporphyren ein summarischer Kieselerdegehalt von 70 bis 80 Procent zukommen dürfte*). Streng fand in der Grundmasse eines grauen Porphyrs vom Harze 72, in der Grundmasse zweier rother Porphyre 74,4 und 76,8 Procent Kieselerde. Den mittleren Kieselerdegehalt beider Gesteine bestimmte er durch viele Analysen zu 76 Procent für die rothen, zu 62 bis 70 Procent für die grauen Porphyre, den mittleren Sauerstoff-Quotienten für jene zu 0,246, für diese zu 0,348.

Nicht selten erscheint die Grundmasse feinkörnig, wie diess z. B. in den Granit- und Syenitporphyren, in den Porphyren der Gegend von Freiberg und in den sehr ähnlichen Porphyren Cornwalls, welche dort Elvan genannt werden, der Fall ist. Dann erkennt man leicht ihre wesentlich aus feinkörnigem Feldspath und aus Quarz bestehende Zusammensetzung, und gewinnt die Ueberzeugung, dass diese Gesteine die beiden hauptsächlichen Gemengtheile des Granites enthalten, in welchen sie ja nicht selten petrographische Uebergänge zeigen.

Bei Vergleichung der Zusammensetzung der Grundmasse der Harzer Porphyre mit jener des ganzen Gesteins findet Streng eine solche Uebereinstimmung, dass die Folgerung gerechtfertigt erscheint, die Grundmasse müsse aus denselben Mineralien bestehen, wie die Einsprenglinge derselben, und sei daher wesentlich ein kryptokrystallinisches Aggregat von Quarz, Orthoklas und nach Befinden Oligoklas. Indessen sind über die Grundmasse der Felsitporphyre auch etwas andere Ansichten ausgesprochen worden. Emil Wolff glaubt, dass sie aus Hornstein mit eingesprengten Feldspathkörnern besteht; Journal für praktische Chemie, Bd. 36, 1845, S. 419; er setzt also ein sehr bedeutendes Vorwalten des Quarzes voraus, während wohl in der Regel der Feldspath als das hauptsächliche Substrat der Grundmasse zu betrachten sein möchte. Delesse ist dagegen der Ansicht, dass diese Grundmasse der quarzführenden Porphyre in allen Fällen nicht als ein Gemeng, sondern als ein Gemisch, als ein homogenes Magma zu betrachten ist, in welchem die Kieselerde, die Thonerde, die Alkalien u. s. w. noch gar nicht zu bestimmten Mineralien zusammengetreten sind; (*Bull. de la soc. géol. 2. série, VI, p.* 633). Derselben Ansicht scheint auch Durocher zu sein, welcher übrigens sehr richtig bemerkt, dass Petrosilex, Porphyr und Granit oft nur als verschiedene Entwickelungsstufen einer und derselben Substanz gelten können. (*Comptes rendus, t.* 20, 1845, *p.* 1282.) Obgleich wir nun in manchen Fällen die Richtigkeit der Ansicht von Delesse zugestehen, so möchten wir doch ihre Allgemeingiltigkeit mit Rammelsberg bezweifeln. Untersucht man nämlich kleine Splitter der Grundmasse unter dem Mikroskope im Sonnenlichte, so giebt sich dieselbe in der Regel sehr deutlich als ein mikrokrystallinisches Aggregat von Feldspath und Quarz zu erkennen, in welchem der Feldspath sehr vorwaltet, so dass der Quarz innerhalb der körnigen Feldspathmasse, nicht aber der Feldspath innerhalb des Quarzes vertheilt ist.

Wie ausserordentlich verschieden die petrographischen Eigenschaften der quarzführenden Porphyre sind, und wie zahlreiche und manchfaltige Varietäten dadurch in dieser Gesteinsgruppe bedingt werden, diess folgt schon aus der im ersten Bande S. 603 ff. gegebenen Beschreibung. Als ein paar der wich-

*) *Bull. de la soc. géol. 2. sér. VI, p.* 689 und 642.

tigsten Varietätengruppen dürften insbesondere die Granitporphyre (un Syenitporphyre), deren Grundmasse sich schon unter der Loupe sehr deutlich als ein krystallinisch-körniges Aggregat von Feldspath, Quarz und Glimmer (oder Hornblende) zu erkennen giebt, welches zahlreiche grosse Feldspathkrystalle und Quarzkörner umschliesst, und die eigentlichen Felsitporphyre zu betrachten sein, deren dichte oder höchst feinkörnige Grundmasse nur unter dem Mikroskope als ein Aggregat von Feldspath und Quarz erkannt werden kann, auch gewöhnlich kleinere, und oft sehr sparsame Krystalle umschliesst.

Diese Felsitporphyre sind es nun, welche vorzugsweise eine ausserordentliche Menge von Varietäten entfalten; Varietäten, welche theils in der Farbe oder in der Textur und Consistenz der Grundmasse, theils in dem Vorhandensein bald dieser bald jener Einsprenglinge, sowie in der relativen Menge und in der Grösse derselben, theils in dem Quantitäts-Verhältnisse der Einsprenglinge zu der Grundmasse begründet sind. Dass der, auf der Textur und Consistenz der Grundmasse beruhenden Unterscheidung von Feldsteinporphyr und Thonsteinporphyr nur eine untergeordnete Bedeutung zugestanden werden kann, weil gar häufig ein und dasselbe Gebirgsglied hier als Feldstein-, dort als Thonsteinporphyr ausgebildet ist, diess wurde bereits Bd. I, S. 603 bemerkt. Eben so wenig liefert die Farbe der Grundmasse einen sicheren Unterscheidungsgrund, da sie innerhalb einer und derselben Ablagerung sehr verschieden sein kann, obwohl sich nicht läugnen lässt, dass bisweilen in grosser Ausdehnung eine auffallende Beständigkeit der Farbe herrscht. Als die häufigsten Farben sind wohl verschiedene rothe, braune, gelbe, grüne und graue (zumal röthlichgraue) Farben zu bezeichnen; seltener kommen weisse, und noch seltener blaue und schwarze Farben vor; im Allgemeinen aber pflegen die quarzführenden Porphyre lichtere Farben zu haben, als die quarzfreien Porphyrite. Uebrigens ist die Farbe an der Oberfläche und auf Kluftflächen des Gesteins oftmals eine ganz andere, als im frischen Bruche, indem viele Porphyre einer Bleichung, andere einer Bräunung oder Röthung unterliegen, welche bisweilen ziemlich weit eindringt.

Dass die so gewöhnliche rothe Farbe der Felsitporphyre ihnen ursprünglich zukommt, und theils in der Farbe des die Grundmasse constituirenden Feldspathes, theils in einer innigen Beimengung von Eisenoxyd begründet ist, diess möchte wohl nicht zu bezweifeln sein. Wenn also auch bisweilen grüne, gelbe, oder anders gefärbte Porphyre oberflächlich durch Rubefaction eine rothe Farbe erhalten, so ist doch diese Farbe keinesweges in allen Fällen als das Resultat einer secundären Verfärbung zu betrachten. In den pfirsichblüthrothen Thonsteinporphyren lassen sich nicht selten unter dem Mikroskope zahlreiche kleine Schüppchen von Eisenrahm als das eigentliche Pigment erkennen. — In den glimmerhaltigen rothen Porphyren ist es eine sehr gewöhnliche Erscheinung, dass jedes Glimmerblättchen von einer weissen Areola umgeben ist, gleichsam als ob das Eisenoxyd bei der Bildung des Glimmers concentrirt und verwendet worden wäre. Die seltene blaue Farbe findet sich z. B. recht schön an den Porphyren der Gegend von Fréjus, zwischen St. Raphael und Agay.

Wichtiger sind die Verschiedenheiten, welche durch den Mangel oder das Dasein einer streifigen oder schieferigen Parallelstructur, durch sphäro-

ithische und andere concretionäre Structuren herbeigeführt werden, obgleich ich ihnen oftmals nur eine locale Bedeutung zukommt. Die Grösse der ein-sprengten Feldspathkrystalle und Quarzkörner liefert bisweilen, die auffallende äufigkeit oder Sparsamkeit derselben nicht selten ein gutes Merkmal zur nterscheidung der Varietäten oder Formationen.

Die schieferige Structur, oder doch eine ganz analoge gestreifte d gebänderte Farbenzeichnung, ist bisweilen mit einer conform-scha-n oder plattenförmigen Absonderung und einer striemigen oder parallel gerief-n Beschaffenheit der Absonderungsflächen, als dem Resultate einer Streckung, erbunden. Manche Porphyre lassen sie in ihrer ganzen Ausdehnung erkennen, e z. B. der Porphyr von Dobritz in der Gegend von Meissen, die Porphyre m Wintersteine, von Tabarz und Klein-Schmalkalden am Thüringer Walde, d der quarzführende Porphyr von Fréjus in der Provence. In den Porphyr-ken ist die Structurfläche gewöhnlich der Auflagerungsfläche, in den ngen und Stöcken den Salbändern parallel. Andere Porphyr-Ablage-en zeigen diese Structur nur stellen- oder strichweise, zumal an ihren nz- und Contactflächen gegen das Nebengestein, in welchem Falle sie als e Wirkung des Druckes gegen diese Widerstandsflächen, und gewiss nicht rch einen Metamorphismus schieferiger Gesteine zu erklären sein dürfte. Der-ichen an ihren Salbändern parallel gestreifte Gänge oder Gangstöcke von ilporphyr kommen ziemlich häufig vor. Aber auch kuppenförmige Gebirgs-ieder lassen die Erscheinung bisweilen, wenn auch nur als eine gestreifte Far-zeichnung beobachten. Ist das Gestein zugleich säulenförmig abgesondert, geht die Streifung oder Parallelstructur ungestört durch alle Säulen hin-ch, welche sie unter rechten oder doch ziemlich grossen Winkeln zu durch-hneiden pflegt; ein Umstand, welcher beweist, dass die säulenförmige Abson-derung erst nach der Festwerdung des Porphyrs eingetreten sein kann, und lich als ein später zur Ausbildung gelangtes Structur-Verhältniss zu be-achten ist. Uebrigens pflegen diese gestreiften Porphyre immer nur sparsame nd kleine Einsprenglinge zu enthalten.

Dass diese, bisweilen papierdünne Streifung und Schieferung der Porphyre in sehr feinen, oscillatorisch hervortretenden Verschiedenheiten ihrer Grundmasse, und namentlich in einer fortwährenden Abwechslung von mehr quarzigen und mehr feldspathigen Lagen begründet ist, diess erkannte schon Heim. Der schalige Porphyr des Thüringer Waldes besteht nach ihm aus abwechselnden Lagen von röthlichem Thonstein und noch dünneren quarzigen Streifen, er hält nur sehr sparsame Körner von Feldspath und Quarz, und zerklüftet an der Luft in breitscha-lige Stücke; seine Lagen sind, wie im Glimmerschiefer und Gneiss, oft krummlau-fend oder wellenförmig gewunden, auch bisweilen in die Länge gefurcht. Geol. Beschr. des Thür. Waldgebirges, II, 2, S. 159 f. Auf ähnliche Weise sprach sich Elie de Beaumont über den Porphyr von Fréjus aus: er habe eine *structure rubanée et même schistoide, à zones très minces et presque foliacées; ces zones sont contournées comme le sont les stries de certaines laves qui ont éprouvé des obstacles dans leur mou-vement. Explic. de la carte géol. I, p.* 479. Die Erklärung der ganzen Erschei-nung ist von Daub, in seiner trefflichen Abhandlung über die Porphyre des Mün-sterthales angedeutet worden, welche solche gar häufig im Contacte mit anderen

Gesteinen zeigen. In zahlreichen Fällen, sagt er, ist das Contactgestein in dün dem Streichen parallele Platten abgesondert, auf deren Flächen sich gerad gefur Harnische, jedoch ohne Spiegelbildung zeigen. Diese plane Parallelstructur de auf eine einst plastische Masse hin, gegen welche die bewegende Kraft in aufs gend gleichbleibender Richtung wirkte. Dass hier die Krystallbildung fast ganz drängt ist, kann nicht befremden, wenn man erwägt, dass die aufsteigende P phyrmasse einem grossen Drucke gegen die Wände des Nebengesteins, und gleich einer rascheren Abkühlung ausgesetzt war. Neues Jahrb. für Min. 18 S. 11. Unwillkürlich drängt sich dieselbe Erklärung für die von Credner, aus d Schwarzathale am Thüringer Walde beschriebenen Erscheinungen auf. Dort treten Thonschiefer langgestreckte Porphyrstöcke auf, welche an ihren Begränzun flächen eine schieferige Structur entfalten und sich endlich so gleichmässig an Thonschiefer anschliessen, dass ein förmlicher Uebergang aus dem einen Geste in das andere vorzuliegen scheint. Neues Jahrb. für Min. 1849, S. 13 f. Wir l zweifeln es, dass diese Erscheinung durch die Annahme einer Metamorphose Thonschiefer in Porphyr erklärt werden könne, so wenig, als die, an den Porph stöcken in der Steinkohlenformation der unteren Loire beobachtete Erscheinu dass sie alle zunächst von mandelsteinartigen Varietäten umgeben werden, welc jedoch noch die schieferige Structur der angränzenden Schichten zeigen. *Expl de la carte géol. de la France, I,* 196. — Dafür aber, dass die gestreiften Porphy oftmals sehr wenige und bisweilen fast gar keine Einsprenglinge enthalten, h neuerdings Feistmantel sehr auffallende Belege geliefert. Derselbe bemerkt, da die Porphyre, welche im Gebiete der böhmischen Silurformation zwischen Rokitza und Lhota auftreten, grossentheils ohne alle Einsprenglinge sind, und daher al blose Felsitgesteine erscheinen. Dieselben Porphyre zeigen aber auch eine ausge zeichnete plane Parallelstructur, und daher im Querbruche eine Streifung, inde der rothen Felsitmasse graue quarzige Lagen eingeschaltet sind, welche eine Ar von Spaltbarkeit und blätteriger Structur bedingen. So findet sich die Erscheinun überall bei Thiergarten, Rostock, Branov und Karlsdorf. Anderwärts ist diese Struc tur nur in einer Abwechslung von heller und dunkler gefärbter Masse begründet. Abhandl. der Königl. Böhm. Ges. der Wissensch. [5], X, 1859, S. 48 f.

Auf ganz andere Art wird in manchen Porphyren eine Parallelstructur dadurch hervorgebracht, dass in der Grundmasse kleine, aber zahlreiche, stark abgeplattete Concretionen einer von ihr verschiedenen Substanz enthalten sind, welche so regelmässig parallel liegen, dass sie dem ganzen Gesteine eine plane, und, wenn sie zugleich gestreckt sind, auch eine lineare Parallelstructur verleihen. Diese Concretionen haben gewöhnlich 1 bis 2 Zoll im grössten Durchmesser, erscheinen scheibenförmig, linsenförmig oder lanzettförmig, und unterscheiden sich sowohl durch ihre Farbe, als auch durch ihre Consistenz von der übrigen Grundmasse, in welche sie jedoch oftmals übergehen. Besonders häufig finden sie sich von grünlichweisser bis licht grüner Farbe, und von einer an Steinmark, Talkschiefer oder grünen Thonschiefer erinnernden Beschaffenheit, weshalb sie wohl auch zuweilen für Schieferfragmente gehalten worden sind. Auch sind es zuweilen sehr breitgedrückte linsenförmige Höhlungen, welche mehr oder weniger zahlreich, aber stets mit paralleler Lage ihrer grössten Durchschnittsflächen auftreten, und dem Gesteine eine recht deutliche Parallelstructur verleihen; die Wände dieser blasenraumähnlichen Höhlungen sind meist rauh, und gewöhnlich mit feindrusigem Quarz bekleidet.

Der untere Porphyr der Gegend von Rochlitz lässt die erstere Erscheinung in sehr auffallender Weise beobachten; seine Concretionen sind oft stark verwittert, in welchem Falle das Gestein mit breitgedrückten Cavitäten, gleichsam mit stark abgeplatteten, aber unbestimmt begränzten Blasenräumen versehen erscheint. Da nun derselbe Porphyr den fast horizontalen Schichten des Rothliegenden aufgelagert ist, und alle seine Concretionen der Auflagerungsfläche parallel geordnet sind, so gewinnt er selbst das Ansehen eines geschichteten Gesteins. Offenbar hat hier der Druck der aufliegenden Massen die Concretionen breit gedrückt und ausgeplattet, gerade so, wie bisweilen in Laven und Mandelsteinen alle Blasenräume platt gedrückt worden sind. In dem Porphyr zwischen Oederan und Chemnitz unterscheiden sich die licht ölgrün gefärbten Concretionen fast nur durch ihre Farbe von der übrigen, licht fleischrothen Grundmasse. Zobel und v. Carnall erwähnen eine ähnliche Structur vom Porphyr des Sperlingsberges bei Gebersdorf in der Grafschaft Glatz. Karstens Archiv, III, 1831, S. 306. Nach Feistmantel enthält der rothe Porphyr der Berge Hrozny und Sokoly, westlich von Lhota, gegen seinen Contact mit dem Thonschiefer eine Menge weisser, langgezogener und zugleich plattgedrückter Partieen, die sich zuletzt in lange dünne Streifen verwandeln, und dem Gesteine eine auffallende Streckung verleihen; a. a. O. S. 58. Auch Grüner beschreibt aus dem Departement der Loire einen Felsitporphyr, welcher sehr zahlreiche, nach einer und derselben Richtung ausgestreckte kleine Concretionen einer gelblichen oder grünlichen, weichen, amorphen Substanz enthält. *Ann. des mines*, 3. *série*, t. 19, *p*. 96. — Sollten nicht manche der flaserigen Porphyre der Lennegegenden, deren Structur nach v. Dechen grösstentheils durch parallel eingeschaltete Thonschieferlamellen bedingt wird, in einer ähnlichen Erscheinung ihre Erklärung finden? Denken wir uns die plattgedrückten und langgestreckten Concretionen grünlichgrau oder blaulichgrau gefärbt, so würden sie in der That wie Thonschieferflasern erscheinen. Indessen können auch Porphyrtuffe, deren feldspathiger Schlamm in einem Bassin abgelagert wurde, wo eine vorherrschende Grauwacken- und Thonschieferbildung eingeleitet war, ähnliche Gesteine geliefert haben, wenn während ihres Absatzes stellenweise kleine Partieen von Thonschieferschlamm eingeschwemmt wurden; gerade so, wie diess bei der Bildung der Schieferkalksteine angenommen werden muss, welche oft nur einzelne Flasern von Thonschiefer enthalten *). — Südlich von Lobsdorf, unweit St. Egidien in Sachsen, liegt eine Porphyrkuppe, deren Gestein mit 2 bis 3 Zoll breiten, durchaus parallel liegenden, blasenraumähnlichen Cavitäten erfüllt ist, deren sehr unebene Wände mit Quarz fein überdrust sind.

Endlich verrathen einige Porphyre auch dadurch eine Art von Parallelstructur, dass ihre Masse, ohne eine sonstige auffallende Verschiedenheit zu zeigen, doch parallel geordnete Flammen und Streifen von etwas verschiedener Farbe erkennen lässt, welche ohne bestimmte Begränzung in die umgebende Masse verlaufen.

Sie kommt z. B. recht deutlich an manchen Porphyrbergen zwischen Wurzen und Eilenburg, bei Lüptitz und Hohburg vor, ist aber überhaupt keine seltene Erscheinung, obwohl sie nur an frisch entblösten Gesteinswänden deutlich zu beobachten ist, weil die gewöhnlich nicht sehr auffallenden Farbencontraste durch die Verwitterung unscheinbar werden.

*) G. Bischof giebt Betrachtungen über diese Lenne-Porphyre, und schliesst, dass solche wahrscheinlich das Product hydrochemischer Umbildungsprocesse sind, bei welchen eine Regeneration von Feldspath Statt fand. Lehrb. der chem. Geol. II, 817 ff.

Die sphärolithische Structur mancher Phorphyre ist eine interess
Erscheinung, welche an die ganz ähnlichen Bildungen vieler Trachytporph
und Obsidiane erinnert, und im genauen Zusammenhange mit gewissen gr
seren sphäroidischen Gebilden stehen soll, durch welche einige Porph
ausgezeichnet sind. Diese letzteren, nuss- bis faustgrossen Sphäroide haben
hornsteinähnliche Schale, deren Inneres entweder mit Chalcedon ausgef
oder mit Krystallen von Quarz oder Amethyst ausgekleidet ist. Durch dergl
chen drusige Blasenräume wird ein Uebergang in die zellige und por
Structur vermittelt, welche manchen Felsitporphyren eine vorzügliche Brau
barkeit zu Mühlsteinen verleiht. (Crawinkler Mühlsteine am Thüringer Wal
der obere Porphyr des Rochlitzer Berges in Sachsen.)

Krug von Nidda machte bei der Beschreibung der sphärolithischen Porphyre
Thüringer Waldes die sehr treffende Bemerkung, dass die kleinen Kugeln, wel
dem Gesteine oft ein rogensteinähnliches Ansehen ertheilen, den runden Conc
tionen im gefritteten Glase (den sogenannten Krystalliten) zu vergleichen sin
Karstens und v. Dechens Archiv, XI, 1838, S. 25. Die sphärolithischen Obsidia
liefern den augenscheinlichen Beweis für die Richtigkeit dieses Vergleiches. -
Wegen der grösseren sphäroidischen Gebilde erinnern wir an den bekannt
Kugelporphyr von Corsica. Streng gedenkt eines Porphyrs vom Harze, in dess
hellgelber oder violetter Grundmasse bis zollgrosse, völlig runde und scharf abge
gränzte Kugeln vorkommen. — Von dem drusigen, gewöhnlich hellfarbige
(weissen) Porphyre des Thüringer Waldes sagte Heim, der grösste Theil des Qua
zes, an welchem dieser Porphyr besonders reich sei, bilde hohle Körner, oder di
Rinde runder Löcher und Zellen, welche sich manchmal erweitern und zu grosse
Drusen ausdehnen. Nach Krug v. Nidda und Credner zeigt derselbe Porphyr so
wohl die sphärolithische als auch die drusige Structur. Die Neigung zur Kugelbil
dung, sagt der Letztere, giebt sich entweder durch eine rogensteinähnlich
Structur mit concentrisch schaligen erbsengrossen Körnern zu erkennen, welch
in der dichten Grundmasse, oft bis zum Verschwinden derselben, angehäuft liegen
oder durch zahllose kleine Drusen, deren schaliger Rand mit kleinen wasserhelle
Quarzkrystallen bekleidet ist; oder auch durch Erweiterung dieser Drusen zu ein-
zelnen Kugeln, welche mit Chalcedon erfüllt oder mit Quarz und Amethyst über-
zogen sind, über denen oft noch Kalkspath, Flussspath und Eisenglimmer auftre-
ten. Uebers. der geogn. Verhältnisse Thür. und des Harzes, S. 63.

Die Einsprenglinge der Felsitporphyre, zu welchen besonders Orthoklas
und Quarz, nicht selten auch Oligoklas und Glimmer, sehr selten aber Horn-
blende gehören, sind gewöhnlich klein, und nicht immer vollkommen aus-
krystallisirt, weshalb sie oft mehr als krystallinische Körner und Schuppen,
denn als eigentliche Krystalle erscheinen. Doch erkennt man häufig die Quarz-
krystalle als hexagonale Pyramiden (bisweilen mit Abstumpfung der Mittelkan-
ten), die Glimmerkrystalle als hexagonale Tafeln oder kurze dergleichen Säulen,
und die Feldspathkrystalle in den gewöhnlichen Formen derjenigen Species,
welcher sie angehören. Namentlich geben sich die Orthoklaskrystalle, wenn sie
grösser sind, als ähnliche Zwillingskrystalle zu erkennen, wie sie auch in den
porphyrartigen Graniten so häufig vorkommen. Bisweilen erscheinen die Ein-
sprenglinge so klein und sparsam, dass das Gestein fast nur von der Grund-
masse gebildet wird, wie diess namentlich in der Nähe der Contact- und Gränz-

[S]achen der Fall zu sein pflegt; in anderen Fällen tritt das Gegentheil ein, indem die krystallinischen Einsprenglinge so häufig vorhanden sind, dass sie die Grundmasse fast verdrängen; (jüngerer Porphyr bei Halle).

Indem wir wegen der übrigen petrographischen Verhältnisse auf Dasjenige verweisen, was im ersten Bande S. 606 f. gesagt worden ist*), bemerken wir nur noch, dass auch die Felsitporphyre zuweilen Mandeln oder Geoden umschliessen, welche gewöhnlich aus Chalcedon, Hornstein, Quarz, Amethyst und Achat bestehen, und, wenn sie sehr langgezogen und plattgedrückt sind, in drusige Trümer und Adern derselben Mineralien übergehen, die auch nicht selten auf den Klüften des Gesteins zur Ausbildung gelangt sind; (Porphyre der Gegend von Leissnig, im Struthwalde zwischen Oederan und Chemnitz, bei Agay unweit Fréjus). — Auch wird der Porphyr bisweilen von vielen parallelen Quarztrümern durchzogen; welche Erscheinung oftmals mit grösseren Quarzgängen in Verbindung stehen dürfte, dergleichen so häufig die Porphyre begleiten. Andere Porphyre umschliessen Trümer und Nester von Steinmark, z. B. der obere Porphyr des Rochlitzer Berges in Sachsen, oder auch von Flussspath, von Rotheisenerz und Manganerzen.

Die Quarz-Trümer und Gänge haben nicht selten auf kleinere oder grössere Distanzen eine Verkieselung des Gesteins verursacht, wie solche auch bisweilen durch Zinnerzgänge und andere quarzreiche Erzgänge hervorgebracht worden [B]d. I, S. 775.

Die Zerklüftung, eine bei den Felsitporphyren sehr gewöhnliche Erscheinung, bedingt meistentheils eine unregelmässig-polyëdrische Absonderung des Gesteins. Nächst dieser kommt wohl die plattenförmige Absonderung am häufigsten vor, bisweilen so regelmässig und stetig nach einer und derselben Richtung, dass sie an Schichtung erinnert; so zumal in manchen Porphyrdecken, wo die Platten mehr oder weniger horizontal, oder parallel der Auflagerungsfläche, und in manchen Gängen und Stöcken, wo sie den Salbändern parallel zu liegen pflegen. Doch findet man bisweilen Plattensysteme von verschiedener Form und Lage, welche ohne alle Regel in einander gefügt sind. Werden die Platten fussdick und noch stärker, so ist die Erscheinung wohl passender als eine bankförmige Absonderung zu bezeichnen; auch bei ihr pflegen die Absonderungsklüfte oft auf grosse Strecken eine bestimmte Richtung und einen gegenseitigen Parallelismus zu behaupten.

Die säulenförmige oder prismatische Absonderung ist ebenfalls nicht selten, und bisweilen in grosser Schönheit ausgebildet, indem die Säulen nicht nur eine sehr regelmässige Gestalt, sondern auch eine recht ansehnliche

---

* In Betreff der accessorischen Mineralien müssen wir noch des interessanten Vorkommens von Graphit gedenken, welcher bisweilen in dem hellgrauen Porphyr des Harzes rundliche oder abgeplattete Concretionen bis zum Durchmesser von ein paar Zoll bildet, auch wohl dasselbe Gestein gleichmässig imprägnirt. Hausmann, die Bildung des Harzgebirges, S. 116. Indem Streng dieses Vorkommen von Graphit als eine häufige Erscheinung bestätigt, bemerkt er, dass es fast immer scharf abgegränzte Concretionen von 2 bis 6 Linien Durchmesser sind, welche aus Graphit bestehen.

Länge erreichen; doch kommen besonders häufig vierseitige Prismen v
Diese Säulen stehen in den Porphyrdecken gewöhnlich vertical (Botzen
Tyrol), in den Porphyrgängen dagegen rechtwinkelig auf den Salbändern
den Kuppen und Stöcken kommen bisweilen sehr verschiedene Formen, St
lungen und Gruppirungen der Säulen vor, während im Allgemeinen das Ges
zu walten scheint, dass die Axen der Prismen mehr oder weniger rechtwink
gegen die Gränz- und Auflagerungsflächen sind.

Kugelige Absonderung gehört zu den seltenen Erscheinungen. Bekan
ist der Kugelporphyr von Corsica, in welchem die sphärische Form mit ei
radialen Anordnung der Einsprenglinge verbunden ist*). Bei Neu-Giersdorf
Schlesien umschliesst ein rother Thonsteinporphyr weisse Sphäroide von einig
Zoll bis zu einem Lachter Durchmesser. Manche gestreifte Porphyre zeigen st
lenweise eine concentrische Krümmung und Anordnung ihrer Lagen, und vi
Porphyre entfalten bei der Verwitterung eine sphäroidische Structur, indem s
sich zu lauter unregelmässigen, schaligen Sphäroiden auflockern; (I, 725).

Es giebt viele Porphyre, welche der Verwitterung, zumal in frei
Felswänden und unbedeckten Felsblöcken, sehr lange widerstehen; sie zeige
dann nur eine Bräunung oder Röthung ihrer Oberfläche, welche mehr od
weniger tief eindringt, und die wahre Farbe des Gesteins maskirt; (Porphyr bei
Altenberg und Zinnwald, bei Hohburg und Lüptitz unweit Wurzen). Andere
Porphyre verwittern ziemlich leicht zu einem scharfkörnigen Grus, zu welchem
sie oft viele Fuss tief aufgelockert sind; dabei erscheint das Gestein oft ge-
bleicht, was schon in einer beginnenden Zersetzung zu Kaolin begründet sein
dürfte; (Porphyr bei Halle, bei Geithain und Colditz). Diese Kaolinisirung
der Porphyre ist aber zuweilen so weit fortgeschritten, dass ihr der gesammte
feldspathige Bestand des Gesteins unterlegen ist, und dass recht bedeutende
und bauwürdige Kaolin-Ablagerungen entstanden sind; (Porphyr bei Morl und
Trotha unweit Halle, bei Sornzig unweit Mügeln, bei Hauterivoire unweit Lyon).

Die beiderlei, in den Porphyren oft zugleich vorkommenden Feldspathkry-
stalle zeigen ganz gewöhnlich einen sehr verschiedenen Grad der Zersetz-
barkeit, indem die Oligoklaskrystalle mitten in der frischen Grundmasse matt,
undurchsichtig und erdig geworden sind, wogegen die Orthoklaskrystalle ihren
Glanz, ihre Durchsichtigkeit und ihre Härte vollkommen erhalten haben. Bis-
weilen kommt auch die merkwürdige Ercheinung vor, dass die grösseren Feld-
spathkrystalle nach innen zu einer gelblichen oder grünlichen, steinmarkähn-
lichen Substanz zersetzt, nach aussen dagegen noch ganz frisch sind; zum Be-
weise, dass die Zersetzung von der Mitte der Krystalle ausgegangen ist.

Diese Erscheinung hat z. B. Al. Brongniart in dem Porphyr von Niederschöna
bei Freiberg, Hoffmann in dem Porphyr von Alvensleben, westlich von Magdeburg,
und Daub in den Porphyren des Münsterthales in Baden nachgewiesen. Neues

*) So wie dagegen im Norwegischen Rhombenporphyr zuweilen die Feldspathrhomben
mit ihren grossen Diagonalen um ein gemeinschaftliches Centrum nicht in radialen, sondern
in tangentialen Linien geordnet sind. Keilhau, Gäa Norwegica, I, S. 84.

Jahrb. für Min. 1851, S. 7. In dem schönen Granitporphyr der Gegend von Wurzen und Beucha ist sie häufig zu beobachten. Im Porphyr des Auerberges, bei Stolberg am Harze, sind nach Hausmann die Feldspathkrystalle oftmals zerfressen, ausgenagt und zuweilen gänzlich zerstört, an ihrer Stelle aber Eisenglimmer, Eisenrahm und kleine Bergkrystalle gebildet worden. Die Bildung des Harzgebirges, S. 118. Der eigenthümlichen Zersetzung der grossen Orthoklaskrystalle im Ilmenauer Porphyr ist Bd. I, S. 720 gedacht worden.

Die auf den Kluftflächen der Porphyre so gewöhnlich, und bisweilen in wunderbarer Schönheit vorkommenden Dendriten stehen mit der beginnenden Zersetzung des Gesteins in einem gewissen Zusammenhange, indem die von den Gewässern aufgelösten Metalloxyde unter dem Einflusse der Capillarität auf den Klüften zum Niederschlage gelangten.

Uebergänge zeigen die Felsitporphyre zuweilen in Granit und Syenit, auch in Pechstein, durch glasartige Verdichtung ihrer Grundmasse, und in reinen Felsit, durch gänzliches Zurücktreten ihrer Einsprenglinge. Indessen mögen die beiden ersten Uebergänge meistentheils nur in localen Verdichtungen granitischer und syenitischer Gesteine, entweder an ihren Contactflächen, oder in ihren Apophysen und Ausläufern bestehen, weil doch die eigentlichen Porphyrformationen von den Granit- und Syenitformationen in der Regel sehr scharf gesondert sind. Die angeblichen Uebergänge aus Porphyr in Grauwacke, in Thonschiefer und in andere sedimentäre Gesteine aber dürften wohl, eben so wie die zuweilen erwähnten Uebergänge in Melaphyr, nicht sowohl als Uebergänge in der eigentlichen Bedeutung des Wortes, sondern vielmehr als blose gegenseitige Assimilationen des Porphyrs und der genannten Gesteine in ihrem Contacte zu betrachten sein.

In vielen Fällen sind wohl auch Felsittuffe oder Thonsteine, welche, wenn sie sehr dicht und mit Quarz- oder Feldspathkörnern versehen sind, den Felsitporphyren ganz ähnlich werden, für wirkliche Porphyre gehalten, und darauf jene angeblichen Uebergänge aus Porphyr in Grauwackenschiefer u. s. w. gegründet worden. Die mehrfach erwähnten porphyrähnlichen Gesteinsschichten, in welchen Pflanzenabdrücke vorkommen, sind wohl kaum anders zu deuten.

In Betreff der Uebergänge aus Porphyr in Granit, und umgekehrt, möchten wir noch Folgendes bemerken. Vom petrographischen Gesichtspuncte aus kann ein zu Felsit verdichteter Granit als Porphyr, und ein in seiner Grundmasse krystallinisch-körniger Porphyr als Granit erscheinen, und es können sonach die Granitformationen porphyrähnliche Glieder (S. 198 und 238) und die Porphyrformationen granitähnliche Glieder entwickeln, ohne dass man deshalb in allen Fällen berechtigt ist, einen genetischen Zusammenhang und eine zeitliche Coincidenz zwischen Granitformationen und Porphyrformationen zu folgern, was so viel heissen würde, als ihre Identität zu behaupten. — Indessen sollen nach Dufrénoy wirkliche und häufige Uebergänge aus Porphyren in Granite in der Bergkette von Tarare, zwischen der Saône und Loire, sowie in der Kette des Forez, zwischen der Loire und dem Allier, vorkommen. Rozet erwähnte ähnliche Verhältnisse aus den Vogesen, welche auch noch neuerdings von Daubrée bestätigt worden sind. Nach Pareto gehen die quarzführenden Porphyre in der Umgebung des Luganer Sees so allmälig in die dortigen Granite über, dass es unmöglich ist, sie gegen einander abzugränzen. *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 16, 1859, *p.* 94. Auch die Elvangänge in Cornwall und Devonshire sollen oft eine ganz granitähnliche Beschaffen-

heit annehmen, und überhaupt in so nahen Beziehungen zu den dortigen Granitmassen stehen, dass man sie nur als Granitgänge betrachten kann, deren Structur durch besondere, während der Abkühlung und Erstarrung obwaltende Umstände modificirt worden ist. *De-la-Beche, Rep. on the Geol. of Cornwall etc. p.* 184. Dieselbe Folgerung ist von Fournet und Durocher ausgesprochen worden, indem sie solche auf den gleichartigen mineralischen Bestand beider Gesteine gründeten.

Wenn also auch in manchen Fällen gegenseitige Uebergänge aus Porphyr in Granit zugestanden werden möchten, so haben sich solche doch in vielen Fällen bei einer genaueren Untersuchung als unbegründet erwiesen. Man hat z. B. von Uebergängen der Porphyre bei Meissen in den dortigen Granit-Syenit gesprochen, man hat sogar die Behauptung aufgestellt, dass dort die verschiedensten Porphyre, die Thonsteine und die Pechsteine in einander und in Granit oder Syenit verlaufen sollen, während sich später auf das Bestimmteste ergeben hat, dass dort die meisten dieser Gesteine von einander sehr scharf gesondert sind, und wirklich verschiedenen Bildungsepochen angehören. Eben so hat man aus der Gegend von Altenberg die entschiedensten Uebergänge aus Granit in Syenitporphyr, in Felsitporphyr und in den sogenannten Stockwerksporphyr nachweisen wollen, während sich doch alle diese Gesteine sehr genau von einander trennen lassen. Wo also von dergleichen Uebergängen gesprochen wird, da müssen wir uns allemal mit der grössten Vorsicht zu überzeugen suchen, ob sie nur scheinbar oder auch wirklich vorhanden sind.

Die angeblichen Uebergänge aus Porphyr in Gneiss, Talkschiefer, Thonschiefer u. s. w. dürften wohl niemals weder als ursprüngliche, d. h. durch eine gleichzeitige Ausbildung beider Gesteine, noch als wesentliche, d. h. durch die Identität ihres mineralischen Bestandes bedingte Uebergänge anzusehen sein. Vielmehr sind es secundäre und unwesentliche Uebergänge, bedingt durch die Einwirkung des Porphyrs auf die angränzenden Massen des schieferigen Gesteins, und durch die Rückwirkung der letzteren auf das porphyrische Material, wodurch gleichsam eine Verschmelzung und Assimilirung beider Gesteine in ihrem unmittelbaren Contacte verursacht wurde*).

Was die Elvangänge in Cornwall und Devonshire betrifft, so mögen solche wohl nur zum Theil eigentliche Porphyrgänge, zum Theil aber Granitgänge sein. Das Wort *Elvan* stammt aus der Sprache des dortigen Bergmanns, und hat eine sehr schwankende und unbestimmte Bedeutung, wie diess die Cornischen Geologen selbst zugeben. (Carne, in *Trans. of the geol. soc. of Cornwall, I,* 1818, *p.* 98.) Hawkins schickte verschiedene Varietäten von Elvan an Werner, welcher die meisten für feinkörnigen Granit, vollkommen ähnlich dem der Gänge von Eibenstock und Johanngeorgenstadt, einige aber für wahren Porphyr erklärte (*Ebd. p.* 156).

Das Aufragen in eminenten Kuppen und Rücken oder in bergigen Plateaus, die Bildung steiler Felsengehänge, tiefer Thäler und enger Thalschlünde, überhaupt die Entfaltung mehr schroffer, als sanfter Berg- und Thalformen, das sind Eigenschaften, welche die Felsitporphyre mit so vielen anderen eruptiven Formationen gemein haben.

Die klastischen oder deuterogenen Gesteine der Porphyrformationen wurden theils in der Petrographie (I, 670 f.), theils bei der Schilderung des Rothliegenden (599 f.) betrachtet, an dessen Bildung sie oftmals einen sehr we-

---

*) Ueber die angeblichen Uebergänge in Gneiss vergleiche man die trefflichen Bemerkungen v. Beust's, in dessen Geognostischer Skizze u. s. w. S. 38 ff.

sentlichen Antheil haben. Die geschichteten Porphyrbreccien und Conglomerate, die geschichteten Porphyrpsammite und Thonsteine sind wohl auch mit allem Rechte zu denjenigen Sedimentformationen zu rechnen, in deren Gebiete sie vorkommen; denn obgleich ihnen ihr Material von den Porphyren geliefert worden ist, so haben sie sich doch gewissermaassen von ihnen emancipirt, und sind in den Bereich der sedimentären Formationen übergegangen. Die ungeschichteten Porphyrbreccien schliessen sich dagegen noch so unmittelbar an die Porphyre an, dass sie nicht füglich von ihnen getrennt werden können.

Diese Porphyrbreccien, gebildet aus scharfkantigen, eckigen oder nur wenig abgestumpften Porphyrstücken, welche entweder unmittelbar an einander gekittet, oder auch durch gleichartige Porphyrmasse, durch ähnlichen Porphyrschutt, oder durch Thonstein verbunden sind, eröffnen jene Reihe von klastischen Bildungen, welche so häufig in der Begleitung der Porphyre angetroffen werden, und, bei fortwährender Verfeinerung ihres Materiales, zuletzt in Thonsteine oder Felsit-Tuffe übergehen, die sich ursprünglich in einem schlammartigen Zustande befunden haben mögen, und bei deren Bildung nicht nur eine mechanische Zerreibung, sondern auch eine chemische Zersetzung mit im Spiele gewesen zu sein scheint. Innerhalb eines solchen Schlammes konnten sich wohl auch krystallinische Bildungen entfalten, weshalb denn diese Thonsteine oft krystallinische Körner von Quarz, wohl auch von Feldspath*) umschliessen, und sich bisweilen sogar in ihrer ganzen Masse als kryptokrystallinische Gebilde zu erkennen geben.

Die Porphyrbreccien selbst scheinen aber häufig ohne alle Mitwirkung des Wassers, als blose Producte der Contusion, durch Zertrümmerung bereits erstarrter Porphyrmasse und durch Einknätung der so gebildeten Bruckstücke in noch zähflüssiges Material entstanden zu sein**). Solche Reibungsbreccien gränzen theils seitwärts oder in horizontaler Richtung an diejenigen Porphyre an, aus deren Zertrümmerung sie hervorgegangen sind, theils treten sie in klotz- und stockförmigen Massen von ganz unregelmässiger Begränzung mitten innerhalb dieser Porphyre auf, theils bilden sie eine Umhüllung, Bedeckung oder auch die Unterlage derselben. In der Regel sind sie ungeschichtet, bisweilen zeigen sie eine säulenförmige Absonderung***), oftmals aber eine so

*) Da die Möglichkeit einer Bildung von Feldspath auf hydrochemischem Wege nicht abgeläugnet werden kann, so ist wohl auch G. Bischofs Ansicht gerechtfertigt, dass in einem feldspathigen Zersetzungsschlamme eine Regeneration des Feldspathes Statt finden konnte. Ueber die Thonsteinbildungen der Gegend von Chemnitz in Sachsen gab A. Knop sehr viele neue und interessante Mittheilungen in seiner wichtigen Abhandlung, welche unter dem Titel: Beiträge zur Kenntniss der Steinkohlenformation und des Rothliegenden im erzgebirgischen Bassin, im Neuen Jahrb. für Min. 1859, S. 532 ff. und auch selbständig erschienen ist; unstreitig eine der bedeutendsten Arbeiten über die betreffende Gegend und über die Thonsteine überhaupt.

**) Leopold v. Buch, in Leonhards Min. Taschenb. 1824, S. 318.

***) Wie z. B. nach Elie de Beaumont im Thale von Niedeck in den Vogesen, wo die wunderschönen, oft nur 6 Centimeter starken Säulen eine über 20 Meter hohe Felswand bilden.

innige Verschmelzung der Fragmente mit dem Cämente, dass die erste
nur wie eckig contourirte Flecke erscheinen, und dass die klastische Natur
frischen Bruche nur schwierig, weit leichter dagegen an der verwitterten Ob
fläche erkannt werden kann.

Wahrscheinlich mag die Eruption solcher Porphyre innerhalb der Ausbruc
spalte ruckweise, mit grösseren und kleineren Pausen, oder auch nach langwie
gen, auf und nieder gerichteten Oscillationen bewerkstelligt worden sein, wo
denn die oberen, bereits erstarrten Massen des hervorbrechenden Materiales v
den tieferen, nachdringenden Massen zertrümmert, die so gebildeten Fragme
mehr oder weniger bestossen und abgerundet, von dem noch flüssigen Materi
umhüllt, und endlich an die Erdoberfläche hinausgedrängt wurden. Erfolgten de
gleichen Eruptionen unter Wasser, so wurden viele Fragmente vom Wasser
Angriff genommen, weiter zerstückelt, gerollt und abgerundet, zugleich mit and
rem Schutte in Schichten ausgebreitet, und solchergestalt zu Conglomeraten ve
arbeitet. Daher findet man nicht selten einen Uebergang aus den ungeschichtete
Porphyrbreccien in geschichtete Porphyrconglomerate.

Ein solcher Uebergang aus festem, massigem Porphyr durch Porphyrbrecci
(oder Trümmerporphyr) in geschichtetes Conglomerat lässt sich am rechten Ufe
der Saale, von Giebichenstein aufwärts gegen Halle hin, vortrefflich verfolgen. Am
Schlossberge von Thann, in den Thälern von Niedeck und Hérival und an mehre
anderen Puncten in den Vogesen sind ähnliche Uebergänge aus Porphyr in Porphyrconglomerate und sogar bis in psammitische Gesteine und Thonsteine zu beobachten, welche letztere nicht selten Pflanzenreste umschliessen.

§. 385. *Lagerungsformen der Felsitporphyre.*

Die Lagerungsformen der Felsitporphyre sind die gewöhnlichen der plutonischen oder eruptiven Gesteine, also Gänge, Stöcke, Kuppen, Decken oder Plateaus und Lager. Unter ihnen erlangt namentlich die Gangform eine vorzügliche Wichtigkeit, weil sie die entscheidendsten Beweise für die eruptive Natur dieser Gesteine liefert, und als die eigentliche Wurzelform aller übrigen zu betrachten ist. Desungeachtet aber ist gerade diese Lagerungsform lange übersehen, und, zu Gunsten gewisser Theorien, aber der Natur zum Trotze, in die Form der eigentlichen Lager gezwängt worden*).

Diese Porphyrgänge treten in allen möglichen Formen und Dimensionen auf, wie solche überhaupt bei gangartigen Gebirgsgliedern vorkommen können. Bald erscheinen sie als sehr regelmässige, von ebenen Flächen begränzte Parallelmassen, bald zeigen sie so unregelmässige, undulirte, mit aus- und einspringenden Winkeln versehene Begränzungsflächen, und eine so seltsame Abwechslung von Anschwellungen und Verschmälerungen, dass sie bisweilen nur schwierig auf die Vorstellung von Spalten-Ausfüllungen zurückzuführen sind.

*) In Sachsen hat wohl zuerst der Norweger Ström auf die gangartige Natur der sogenannten Porphyrlager bei Freiberg aufmerksam gemacht, welche später durch v. Beust's treffliche Arbeit ganz allgemein für die sämmtlichen Porphyr-Vorkommnisse der Gegend zwischen Freiberg und Frauenstein nachgewiesen wurde. Im Jahre 1830 geschah dasselbe durch Maier für die Porphyrgänge der Gegend von Joachimsthal in Böhmen, von denen es schon 10 Jahre früher Paulus hervorgehoben hatte, dass sie sehr abweichend gegen die Schichten des dortigen Gebirges gelagert seien.

Conybeare und Buckland haben Elvangänge im Killas der Gegend von Cligga-point bei St. Agnes in Cornwall beschrieben und abgebildet, deren Formen allerdings so bizarr sind, dass es nicht befremden kann, wenn man sie durch eine gleichzeitige Ausbildung mit ihrem Nebengesteine zu erklären, und als Beweise gegen die Ansicht Hutton's zu benutzen versuchte, welcher sie für intrusive Bildungen erklärt hatte. Aehnliche Unregelmässigkeiten kommen auch nicht selten bei denen von v. Beust beschriebenen Porphyrgängen der Umgegend von Freiberg und Frauenstein vor. — Da die Eruptionsspalten oft einen winkeligen oder hin- und hergebogenen Verlauf haben, so lassen sich wohl in manchen Fällen die auffallenden Formen und Mächtigkeitswechsel aus der Annahme von Verwerfungen erklären, welche den einen oder anderen an einer solchen Spalte anliegenden Gebirgstheil vor oder während ihrer Ausfüllung betroffen haben.

Manche Porphyrgänge sind ununterbrochen meilenweit zu verfolgen, während andere auf geringe Distanzen an der Erdoberfläche erscheinen, noch andere aber nur einen unterbrochenen Verlauf erkennen lassen, indem sie stellenweise gar nicht bis zu Tage austreten. Ihr Verlauf ist in der Regel ziemlich geradlinig, obwohl stellenweise Biegungen und Undulationen, bisweilen auch allgemeine Krümmungen in der Richtung des Streichens hervortreten. Ihre Mächtigkeit schwankt von ein paar Fuss und darunter, bis zu vielen hundert und weit über tausend Fuss, pflegt in der Mitte ihrer Erstreckung am grössten zu sein, und von dort aus nach beiden Enden hin allmälig abzunehmen bis zu einer endlichen Auskeilung; bisweilen liegt jedoch die grösste Mächtigkeit nahe an dem einen Ende. Bei grosser Mächtigkeit gehen die kürzeren Gänge in Gangstöcke über, wie denn auch manche Gänge nur als reihenförmige Systeme mehrer, hinter einander liegender Stöcke zu betrachten sind.

Die schmäleren Porphyrgänge zeigen nicht selten eine prismatische, oder auch eine plattenförmige Absonderung, in welchem Falle die Prismen rechtwinkelig, die Platten parallel zu den Salbändern oder lateralen Begränzungsflächen sind; auch die mächtigeren Gänge und die Gangstöcke sind bisweilen an ihren Salbändern plattenförmig abgesondert oder mit Parallelstructur versehen, während sie weiter einwärts solcher Structur ermangeln; wie denn überhaupt eine Verschiedenheit des Gesteins an den Gränzflächen und in der Mitte, und namentlich eine mehr krystallinische Ausbildung in den mittleren, eine mehr dichte Ausbildung in den peripherischen Theilen gar häufig zu beobachten ist*).

Bisweilen laufen von den Salbändern der Porphyr-Gänge und Stöcke Apophysen in das Nebengestein aus, welche als Keile, Trümer und Adern erscheinen, und gewöhnlich die Schichten des Nebengesteins (dafern solches überhaupt geschichtet ist) durchschneiden, mitunter auch auf seinen Schichtungsfugen, oder in aufgesprengten Spaltungsflächen desselben eingedrungen sind. Auch sind es besonders diese beiden Arten von Gebirgsgliedern, in welchen sowie

*) In besonders auffallender Weise kommt diese Erscheinung an den Syenit- und Granitporphyren der Gegend von Frauenstein und Dippoldiswalda vor, welche oft auf viele Fuss weit von der Gränze weg eine ganz dichte und überhaupt sehr abweichende Beschaffenheit zeigen. Vergl. v. Beust, a. a. O. S. 80.

an deren Gränzen nicht selten Fragmente des Nebengesteins vorkommen. mächtigeren Porphyrgänge zerschlagen sich zuweilen an ihren Enden in z oder mehre parallele Trümer, mit welchen sie sich endlich auskeilen.

Die Gänge und Gangstöcke der Porphyre treten selten einzeln und spo disch, gewöhnlich mehr oder weniger zahlreich beisammen innerhalb dersell Gegend auf, und lassen im letzteren Falle zuweilen eine gewisse Regel der A ordnung erkennen, indem die Stöcke reihenförmig gruppirt sind, während Gänge entweder einen Parallelismus ihres Verlaufes zeigen, oder strahlenförn von einem und demselben Puncte aus divergiren, oder auch wie tangential ein gemeinschaftliches Centrum geordnet erscheinen. Oftmals stehen die Gän mit Porphyrdecken oder Porphyrkuppen in einem unmittelbaren und nachwei lichen Zusammenhange, indem sie sich theils als laterale Ausläufer, theils infernale oder wurzelähnliche Absenker solcher Gebirgsglieder zu erkenn geben.

Die Elvangänge in Cornwall, welche bis 300 und 400 Fuss Mächtigkeit erl gen, lassen sich auch bisweilen mehre Engl. Meilen weit verfolgen. Von Tru läuft z. B. ein Gang 9 Meilen weit bis Penstruthal, und ein anderer ist von Mar zion über Cayle bis nach Pool auf 12 Meilen weit bekannt, während er bei Ca einen 5 Meilen langen Seitenarm aussendet. *De-la-Beche, Rep. on the Geol. Cornw. p.* 174. Im Riesengebirge bildet nach G. Rose der Porphyr im Gra mächtige Gänge, welche einander parallel von NNO. nach SSW. streichen, und sich meilenweit verfolgen lassen. Die sehr mächtigen Syenitporphyrgänge der Gegend von Dippoldiswalde, Frauenstein und Altenberg in Sachsen erreichen Länge von 2 bis über 3 geographische Meilen, und der schmale Felsitporphyrgang, welcher dicht an Freiberg vorbeiläuft, ist gleichfalls über 2 Meilen weit zu verfolgen. Nach Charmasse soll sich der mächtige Porphyrgang von Lormes im *Morvan* bis gegen Avallon, also über 7 Lieues weit fortziehen.

Ganz besonders zahlreiche Associationen von Porphyrgängen beschreibt Macculloch vom Berge Cruachan in Argyleshire; sie treten dort so häufig im Schiefer auf, dass ihre Masse gewiss $^1/_{40}$ oder $^1/_{50}$ des ganzen Gebirges ausmacht; auch in Glenco durchsetzen zahllose Porphyrgänge den Granit*). In einem grossartigeren Maassstabe zeigt sich in Sachsen der Landstrich von Liebstadt über Dippoldiswalde bis nach Randeck bei Frauenstein mit einem Gewimmel von Porphyr-Gängen und Stöcken erfüllt. Nach Darwin soll die (zur Kreideformation gehörige) Schieferbildung des Feuerlandes an der Ostseite des Ponsonby-Sundes innerhalb einer Englischen Meile wenigstens 100 Porphyrgänge umschliessen, welche fast alle als vollkommene Lagergänge ausgebildet sind, und zusammen fast eben so viel Raum einnehmen, als der zwischen ihnen befindliche Schiefer. *Geol. Observ. on South America, p.* 152. Und so kennt man noch in vielen andern Gegenden, in Westphalen, am Thüringer Walde, in den Vogesen, in England u. s. w. dergleichen Gedränge von Gängen und Stöcken, die wesentlich von Porphyren gebildet werden.

Besonders die Lagergänge lassen sehr häufig da, wo sie in grösserer Anzahl auftreten, einen recht genauen Parallelismus ihres Verlaufes erkennen, wie ihnen solcher natürlich durch die Schichten des Nebengesteins vorgeschrieben worden ist. Ein interessantes Beispiel von radialer Anordnung vieler und mächtiger Porphyrgänge um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt hat uns Daub aus dem Mün-

*) Für die quarzfreien Porphyre lassen sich als ähnliche Gangreviere die Gegend von Meissen an beiden Elbufern, und die Gegend des Skialleberg bei Christiania anführen.

sterthale kennen gelehrt, wo gegen 12, an Länge wie an Mächtigkeit sehr verschiedene gangförmige Porphyrzüge auftreten, welche sich ihrer Lage nach, in Bezug auf die Stadt Staufen als Centralpunct, wie Radien eines Kreises verhalten. Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 1. Dagegen liefern die vielen Porphyrstöcke, von welchen die grosse Porphyr-Ablagerung des Tharander Waldes, gleichsam wie ein Planet von seinen Satelliten, umgeben wird, ein sehr ausgezeichnetes Beispiel von tangentialer oder kreisförmiger Anordnung. Setzt man den einen Fuss eines Cirkels auf den Gipfel des Auerhahnbalzes bei Grüllenburg, als das eigentliche Centrum des Tharander Waldporphyrs, und beschreibt mit dem anderen, bis zur Mohorner Kirche ausgespannten Fusse einen Kreis, so fallen alle diese Porphyrstöcke ziemlich genau in die Peripherie dieses Kreises, dessen Halbmesser etwa 20,000 Fuss beträgt; ja, von Naundorf aus über Klingenberg bis zur Borntelle im Weisseritzthale fällt sogar die Längenausdehnung der Porphyrstöcke mit einzelnen Bogenstücken jenes Kreises so nahe zusammen, dass für diesen Theil des Satelliten-Systems in der That eine fast halbkreisförmige Spalte als der gemeinschaftliche Eruptionscanal angezeigt zu sein scheint. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, Heft V, S. 225. Die Erscheinung ist um so auffallender, weil auch die drei, vom Tharander Waldporphyr unmittelbar auslaufenden Gänge eine tangentiale Richtung besitzen. A. a. O. S. 216, und Cotta, Geognostische Wanderungen, I, S. 76.

Die Porphyrlager sind theils intrusive Lager oder Lagergänge (I, 902), theils effusive Lager (I, 459), welche zur Zeit ihrer Bildung als Decken über den vorher gebildeten Schichten ausgebreitet und später von jüngeren Schichten bedeckt wurden; beide aber müssen irgendwo mit wirklichen gangartigen Gebirgsgliedern in Verbindung stehen, oder doch ehemals gestanden haben. Wenn dergleichen effusive Bildungen eine grosse Ausdehnung und Mächtigkeit besitzen, und unmittelbar die Oberfläche des Landes bilden, so werden sie Porphyrdecken oder Porphyrplateaus genannt, obgleich sie stellenweise von anderen Gesteinen überlagert sein können. Die Ausdehnung dieser Porphyrdecken ist bisweilen so bedeutend, dass recht ansehnliche Landstriche von ihnen gebildet werden; kleinere Porphyrdecken aber geben sich gewöhnlich durch ein höheres Aufragen der betreffenden Gegend über ihre Umgebung zu erkennen.

Die Porphyre, welche bei Steierdorf im Banate in der aus schwarzem Mergelschiefer bestehenden oberen Etage der Keuperformation mehrfach als Lager vorkommen, erscheinen in der unteren, aus Sandstein bestehenden Etage als Gänge von durchgreifender Lagerung. Das Material dieser Gänge ist also während der Bildung der oberen Etage durch Spalten der bereits gebildeten unteren Etage hervorgebrochen, und hat sich auf der gerade vorhandenen Oberfläche deckenartig ausgebreitet, worauf die Ablagerung des Mergelschiefers wieder ihren Fortgang nahm. Kudernatsch, in Sitzungsber. der Kais. Ak. Bd. 23, 1857, S. 103 f. — Feistmantel beschreibt ein regelmässiges Porphyrlager bei Pürglitz in Böhmen; es ist nur 4 bis 5 Fuss mächtig, und liegt ganz concordant im Thonschiefer, setzt aber dennoch weit fort. Ein anderes, 6 bis 10 Klafter mächtiges Lager bei Hrascholusk liegt im Alaunschiefer, in welchen es Ausläufer und Apophysen sendet. Nach Krejci liegt auch der Porphyr von der Sarka bei Prag so regelmässig im Thonschiefer, dass ihn dieser Beobachter für eine mit dem Schiefer gleichzeitige metamorphische Bildung erklärt. Feistmantel a. a. O. S. 60 ff.

Alle diese lagerartigen Gebirgsglieder der Porphyre haben theils regelm sige, theils unregelmässige Begränzungsflächen. Die intrusiven Lager wer bisweilen durch Apophysen mit dem Nebengesteine in einen sehr inni Verband gebracht, oder verlieren auch stellenweise ihren lagerartigen Char ter, indem sie, ihre Richtung plötzlich ändernd, als entschieden gangartige (birgsglieder weiter fortsetzen. Die effusiven Lager zeigen gewöhnlich die reg mässigsten Begränzungsflächen, zumal da, wo sie unmittelbar nach ihrer I dung von anderen Gesteinsschichten bedeckt worden sind. Die Decken u Plateaus sind oftmals nach unten, also in ihrer Auflagerungsfläche, sehr gelmässig begränzt, während sie nach oben, wo sie vielleicht durch Myria von Jahren unbedeckt zu Tage austraten, zu Bergen und Thälern ausgearbei worden sind. Doch kann auch ihre Unterfläche mehr oder weniger bedeuten Unregelmässigkeiten zeigen, wenn solche nicht die Oberfläche einer und ders ben Schicht ist, indem sich natürlich die etwa vorhandenen Vertiefungen u Erhöhungen der Auflagerungsfläche in ihr wiederholen. Auch lassen we manche effusive Lager an ihrer Unterfläche keilförmige oder andere, regell gestaltete Apophysen erkennen, während an ihrer Oberfläche dergleichen nic zu erwarten sind.

Eine eigenthümliche Erscheinung sind die kleinen, wirklich oder scheinba isolirten Porphyrpartieen, welche zuweilen, völlig umschlossen vom Nebenge steine, in der Nähe oder in der Verlängerung grösserer Porphyrmassen vorkom men. Beudant beschrieb dergleichen aus der Gegend von Fünfkirchen in Ungarn Der Porphyr bildet dort anfangs im Sandsteine linsenförmige Nester von 8 bis 1 Fuss Durchmesser und 1 Fuss Dicke. Diese Nester keilen sich an ihren Rändern aus, und gehen so allmälig in den Sandstein über, dass man nicht sagen kann, wo das eine Gestein anfängt und das andere aufhört; auch kommen kleinere Nester de Art vor, welche man für Gerölle halten könnte, wenn nicht ihre Aehnlichkeit mit de grösseren dagegen spräche. Ausserdem aber bildet der Porphyr, zumal in den Ber gen zwischen Oroszlo und Egregy, auch grössere Massen und Plateaus, welche a die basaltischen Territorien erinnern. *Voyage min. et géol. en Hongrie, III, p.* 191. Nach unseren dermaligen Kenntnissen möchten sich jene Nester nur für porphyr artige Thonsteine oder Felsittuffe erklären lassen. — Anders wird die Deutung solcher Lenticularmassen da ausfallen, wo sie in der Verlängerung eines sich aus keilenden Ganges liegen. Diess ist z. B. nach Zobel und v. Carnall der Fall mi einem Lagergange, welcher auf der Fixsterngrube, bei Altwasser in Schlesien, ein dortiges unter 30° geneigtes Kohlenflötz bedeckt. Dieser Gang, welcher im Niveau des Wilhelmstollens 1 Lachter mächtig ist, verschmälert sich weiter aufwärts, und bildet zuletzt, nach 80 Lachter Ausdehnung, gar nicht mehr eine zusammenhän gende Decke, sondern nur einzelne rundliche Massen, die immer kleiner werden und endlich verschwinden. Hier scheint in der That an der äussersten Gränze des intrusiven Lagers eine Zerschlagung seines Materiales in einzelne Klumpen Statt gefunden zu haben. Karstens Archiv, Bd. IV, 1831, S. 113 ff.

Die Porphyrdecken und Porphyrlager lassen, bei prismatischer Absonderung, die Axen der Säulen meistentheils rechtwinkelig gegen die Auflagerungsfläche, und folglich beinahe vertical erscheinen, wenn diese Fläche noch fast horizontal ist. Durch spätere Aufrichtungen des betreffenden Schichtensystems kann dies freilich geändert worden sein, so dass die Prismen zwar noch

arallel, aber mehr oder weniger stark geneigt erscheinen. Doch kommen in en mächtigeren Porphyrdecken auch regellose Stellungen und Anordnungen er Säulen vor. Bei plattenförmiger Absonderung liegen die Platten oftals der Auflagerungsfläche parallel, daher man bisweilen aus den ersteren auf e Lage der letzteren schliessen kann, zumal wenn die plattenförmige Absonerung mit einer Parallelstructur des Gesteins verbunden ist. In anderen Fällen reist sich sowohl die plattenförmige als die bankförmige Absonderung unabngig von der Auflagerungsfläche, indem sie mit steiler Lage nach einer und erselben Richtung durch grosse Strecken zu verfolgen ist.

Da jedes effusive Porphyrlager und jede Porphyrdecke irgendwo mit Porhyrgängen in unmittelbarer Verbindung noch gegenwärtig stehen, oder doch emals gestanden haben muss, so lassen sich auch dergleichen Gänge in ihrer achbarschaft erwarten. Und in der That sind sie häufig nachzuweisen, gehnlich nur an ihren Gränzen, bisweilen aber auch mitten in ihrem Bereiche, enn nur Thäler dort tief genug einschneiden, um die Unterlage der Porphyre aufzuschliessen. Wenn die Ausbruchsspalte einer Porphyrdecke am Fusse er Terrainstufe hinlief, oder auch mit einer Dislocation verbunden war, so ihre eine Wand hoch hinaufgetrieben wurde, so konnte die Eruption und breitung des porphyrischen Materiales nur noch nach der einen Seite hin erfolen, in welchem Falle daher die Spalte als eine marginale Eruptionsspalte, und er ihr entsprechende Gang als ein am Rande der Porphyrdecke hinlaufender ang erscheinen wird. Doch setzen die Eruptionsspalten und die sie repräsenrenden Gänge auch mitten in dem Gebiete von Porphyrdecken auf.

In diesen, mit den Porphyrdecken und Porphyrlagern zusammenhängenden ängen sowie längs den Ausbruchsrändern der Decken kommen auch oft Fragente der neben oder unter dem Porphyre anstehenden Gesteine vor; ja, sie onnen, zumal an den letzteren, in grosser Menge angehäuft sein, und das Maerial zu eigenthümlichen Breccien geliefert haben.

Als ein Beispiel solcher Porphyrdecken erwähnen wir die, oben S. 610 beschriebene grosse Porphyrbildung des Leipziger Kreises in Sachsen, welche sich uber einen Raum von 20 Quadratmeilen ausbreitet, und grösstentheils fast unbedeckt zu Tage austritt, obwohl sie ganz entschieden dem Rothliegenden eingelagert ist: ihre Eruptionsspalten scheinen besonders am südlichen und östlichen Rande zu liegen, da wo sie an den Thonschiefer angränzt. Eine weit kleinere, plateauförmig aufragende und ziemlich arrondirte Porphyrdecke bildet die Ablagerung des Tharander Waldes, an deren Rande drei grosse Porphyrgänge bekannt sind, welche jedoch nicht in radialen, sondern in mehr tangentialen Richtungen von ihr auslaufen. Auch die Porphyrbildung der Gegend von Flöha, zwischen Freiberg und Chemnitz, welche dort der Steinkohlenformation eingelagert ist, erscheint grossentheils als eine frei zu Tage austretende Porphyrdecke, welche in dem tiefen Einschnitte des Zschopauthales mitten in ihrem Gebiete gangförmige Gebirgsglieder erkennen lässt, mit denen sie durch die untere Etage der Kohlenformation aus der Tiefe heraufsteigt. Am Göligberge unweit Dresden und am Wachtelberge bei Obernaundorf liegen die Ueberreste einer, fast ganz horizontal über den obersten Schichten des Rothliegenden ausgebreiteten geringmächtigen Porphyrdecke, welche an dem ersteren Berge von Quadersandstein überlagert wird. — Viele und bedeutende Porphyrlager kommen nach v. Dechen in Westphalen zwischen Schmalenberg und Olpe

vor; sie erscheinen dem Schiefergebirge meistentheils ganz regelmässig eingela[g]
und lassen nur selten Spuren von abnormen Verbandverhältnissen erkennen. [
stens und v. Dechens Archiv, Bd. XIX, S. 367 ff. Eben so kommen in Sachse[n]
Thonschiefer der Gegend von Biensdorf und Gersdorf (bei Berggiessbübel) sehr [
Porphyrlager vor. Den primitiven wie den silurischen Schiefern von Cumberl[
Nordwales und Westmoreland, und den silurischen Schiefern der Lammermuir
Südschottland sind nach Sedgwick und Nicol zahlreiche Lager oder Lagergänge
Porphyr eingeschaltet; (vergl. oben S. 289 f.). — Der Porphyr des Breuschth[
(*vallée de la Bruche*) in den Vogesen breitet sich nach Daubrée über einen Fläc[
raum von 28 Quadratkilometern aus, bildet z. Th. sehr schöne senkrechte Colo[
den, und ist, fast auf ähnliche Weise wie der Porphyr des Leipziger Kreises, z[
schen zwei Sandstein-Etagen, nämlich zwischen das Rothliegende und den V[
sensandstein eingelagert, welcher letztere die untere Abtheilung der Buntsandst[
formation bildet*). — Die Porphyrdecke des Esterel in der Provence, welche
der unteren Etage der Buntsandsteinformation liegt, befindet sich gegenwärtig gr[
sentheils nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage, da das ganze dortige Territori[
dislocirt und erhoben worden ist, daher die Porphyrcolonnaden oft eine geneig[
Lage besitzen und die Porphyrdecke selbst in sehr schroffe und zackige Berge z[
spalten ist. Die im südlichen Tyrol, bei Botzen, Meran, Kollmann und Neuma[
befindliche Porphyr-Ablagerung stellt wohl eine der ausgedehntesten und mächti[
sten Porphyrdecken in Europa dar, indem sie nach v. Richthofen ein über [
Quadratmeilen grosses Plateau von 4000 bis 5000 F. Höhe, und weiter süd[
einen mächtigen, wild zerrissenen Gebirgszug bildet, dessen Gipfel sich zu [
bis 9000 F. erheben. Sie ist dem Glimmerschiefer und Thonschiefer disco[rdant]
aufgelagert, wird sehr regelmässig von der Alpinischen Buntsandsteinforma[tion]
überlagert, und ist vielfach mit Porphyr-Breccien und Conglomeraten verbunde[n]
welche nach oben allmälig eine Schichtung annehmen und in die Sandsteine [d]
Triasformation übergehen. Die prachtvollen, durch ihre Höhe wie durch ihre Re[-]
gelmässigkeit imponirenden Colonnaden unterhalb Botzen sind bekannt.

Die Porphyrkuppen müssen als secundäre und als ursprüngliche Kuppen unterschieden werden. Die ersteren sind nur kuppenförmige Ueberbleibsel von Decken, oder auch stellenweise höher und mächtiger aufragende Ausstriche von Lagern, Gängen oder Stöcken, deren Massen ausserdem zerstört oder doch so weit abgetragen wurden, dass sie nur noch hier und da an einzelnen Puncten wie Ruinen rückständig geblieben sind. Auf diese Weise geben sich die mächtigeren Porphyr-Gänge und Lager oft durch eine Reihe von Kuppen, bisweilen wohl auch durch fortlaufende Kämme zu erkennen. Als ursprüngliche Kuppen dagegen sind diejenigen isolirt aufragenden Porphyrberge zu betrachten, welche als solche, an Ort und Stelle, durch eine locale Ausbreitung und Aufstauung von porphyrischem Material gebildet wurden. Sie stehen jedenfalls mit Porphyrgängen in Verbindung, indem sie entweder nach unten in einen Gang übergehen, oder indem sie als locale Anschwellungen grösserer Porphyrgänge erscheinen. Daher zeigen auch diese Kuppen in ihrer Horizontalprojection sehr gewöhnlich eine langgestreckte Form, deren grösster Durchmesser mit der Streichlinie des zugehörigen Ganges zusammenfällt. Manche derselben sind in einer trichterförmigen Vertiefung des Nebengesteins

*) *Daubrée, Descr. géol. et min. du dép. du Bas-Rhin*, 1852, p. 42.

gesenkt, wie denn diese Kuppen überhaupt in vieler Hinsicht mit den Gangstöcken verwandt sind, in welche sie unmittelbar übergehen.

Beispiele für die secundären Kuppen finden sich in jeder Gegend, wo mächtige Lager, Gänge und Stöcke von Porphyr vorkommen. Beispiele von ursprünglichen, obwohl mehr oder weniger abgetragenen und unter ihre anfängliche Höhe herabgesunkenen Porphyrkuppen liefern in Sachsen der Porphyrberg von Augustusburg, der Burgberg bei Frauenstein und der Gückelsberg bei Klingenberg, für welche beide letzteren der Zusammenhang mit Porphyrgängen, gleichsam wie mit ihren, in die ewige Teufe hinabreichenden Wurzeln, auf das Deutlichste zu beobachten ist.

§. 386. *Einwirkungen der Porphyre auf ihr Nebengestein.*

Dass die Felsitporphyre, als eruptive Gesteine, auf das von ihnen durchbrochene Nebengestein oftmals eine sehr gewaltsame Einwirkung ausgeübt haben werden, diess lässt sich wohl erwarten. Und in der That liegen die Beweise einer solchen Einwirkung bisweilen in einem sehr grossartigen Maassstabe vor. Doch sind es gewöhnlich mehr solche Erscheinungen, welche auf grosse mechanische Gewalten, als auf bedeutende chemische Wirkungen schliessen lassen.

Ueberhaupt scheint es, dass das porphyrische Material bei seiner Eruption, oder wenigstens bei seiner Ankunft in den obersten Regionen der Erdkruste keinen so hohen Grad der Temperatur und Flüssigkeit besass, wie z. B. das Material der meisten Granite und Basalte. Schon die Seltenheit der Apophysen und insbesondere jener, bei dem Granite so gewöhnlichen fein verzweigten Ramificationen spricht für diese Vermuthung, obwohl ihr die bisweilen sehr grosse horizontale Verbreitung der Porphyrdecken und die geringe Mächtigkeit mancher Porphyrlager entgegen zu stehen scheint. Aber auch der Mangel jener weit ausgreifenden und intensiven Metamorphosen des Nebengesteins, wie solche durch die Granite und Syenite in einer oft erstaunlichen Weise hervorgebracht worden sind, möchte zu derselben Folgerung berechtigen. Ob wir sie jedoch so weit treiben dürfen, dem porphyrischen Materiale gar keinen feurig-flüssigen, sondern nur einen feucht-flüssigen, d. h. einen brei- oder schlammartigen Zustand zuzuschreiben, diess ist eine Frage, welche wohl verneint werden muss. Das porphyrische Material kann vielleicht, eben so wie dasjenige vieler Granite, als ein wässerig-feuerflüssiges Magma zur Eruption gelangt sein, welches wohl immer noch bedeutend hohe Temperaturen besass.

Die von den Porphyren durchbrochenen Gesteine haben sehr häufig grössere und kleinere Bruchstücke geliefert, welche durch das porphyrische Material bei seiner gewaltsamen Emportreibung losgesprengt, umhüllt und mehr oder weniger weit fortgeschleppt, dabei nicht selten noch weiter zertrümmert, zerstossen und zermalmt worden sind. Daher finden sich dergleichen Fragmente des Nebengesteins in den Porphyr-Gängen und Stöcken, auch wohl an den Ausbruchsrändern der Decken und Lager, bald einzeln, bald zahlreich beisammen, von allen Dimensionen, in lachtergrossen Blöcken bis herab zu den kleinsten Splittern, gewöhnlich noch scharfkantig, zuweilen auch mehr oder weniger abgerundet.

Diese Fragmente lassen nur selten sehr auffallende Veränderungen erkennen, und wenn dergleichen vorkommen, so sind sie nicht gerade von der

Art, dass ihre Ursache in einer kaustischen oder pyrogenen Einwirkung ges
werden könnte. Die Schiefer- und Gneissfragmente z. B. erscheinen oft w
grünlich gefärbt, von einer talkähnlichen Beschaffenheit; doch besitzen sie
bisweilen ein sehr frisches, krystallinisches Ansehen, und pflegen dann mit
porphyrischen Grundmasse fest verwachsen, oder auch innig verflösst
gleichsam verschmolzen zu sein*). Die grösseren Fragmente flaseriger und sc
feriger Gesteine sind nicht selten an ihren Rändern aufgeblättert und mit ei
drungener Porphyrmasse injicirt. Häufig ist auch die Erscheinung zu beob
ten, dass die Fragmente ringsum von einem weissen oder hellfarbigen Sa
der porphyrischen Grundmasse eingefasst sind, was auf eine von ihnen au
gangene Reaction schliessen lässt; seltener kommt das Gegentheil vor, das
von einem dunkler gefärbten Rande umsäumt werden. Wenn diese Bruchst
und Brocken des Nebengesteins zahlreich und im dichten Gedränge vorhan
sind, wie solches namentlich bisweilen an den Salbändern der Gänge und St
der Fall ist, so bilden sie förmliche Breccien oder Brockengesteine (I, 447),
welchen die porphyrische Grundmasse das Cäment geliefert hat.

Dergleichen Breccien kommen z. B. in Sachsen an der südlichen Gränze
grossen Porphyr-Territoriums, in der Linie von Westewitz bis Colditz, an vie
Puncten und namentlich in der Gegend von Naunhain vor, wo ganze Felsen ei
aus Thonschiefer-Fragmenten und Porphyrtaig gebildeten Breccie anstehen. Au
der Porphyr von Mohorn, zwischen Dresden und Freiberg, strotzt bisweilen v
Schiefer- und Gneissfragmenten; dasselbe ist der Fall mit dem Porphyr bei Bieb
stein. Am Abhange des Struthwaldes, dem Dorfe Flöha gegenüber, sieht man d
Porphyr über den mächtigen Conglomeratschichten der dortigen Steinkohlenform
tion liegen; seine untersten Massen umschliessen zahlreiche Geschiebe dieses Gnei
conglomerates, welche bisweilen zerbrochen oder aufgeborsten und dann v
Porphyrmasse verbunden oder durchdrungen sind; weiter aufwärts werden di
Geschiebe immer seltener, bis endlich der reine Porphyr ansteht. — Nach Fe
mantel enthalten die Porphyre der böhmischen Silurformation oft sehr viele Fra
mente von Thonschiefer, so dass sich zuweilen förmliche Breccien ausbilden: dal
sind diese Fragmente gar nicht verändert.

An diese von Porphyr umschlossenen Fragmente des Nebengesteins schlie
sen sich diejenigen Breccien an, welche so häufig an den Rändern der Po
phyr-Gänge und Stöcke angetroffen werden, und gleichfalls aus einer Zertrüm
merung und Zermalmung des Nebengesteins hervorgegangen sind. Indem die
Einwirkung weiter auswärts in immer geringerem Grade Statt fand, lässt sic
oftmals ein allmäliger Uebergang aus dem noch unzerbrochenen Nebengestein
durch eine, lediglich von seinen eigenen Fragmenten gebildete Breccie bis i
ein, aus dergleichen Fragmenten und aus Porphyrtaig bestehendes Brockenge
stein, und endlich aus diesem bis in den reinen Porphyr verfolgen. Zuweilen
war der Spielraum der Zertrümmerung sehr weit ausgreifend, so dass die Ne
bengesteins-Breccien eine grosse Mächtigkeit erlangen, was denn auf sehr be

*) Diess ist namentlich bei den kleineren Fragmenten sowie bei denjenigen der Fa
welche selbst aus Porphyr bestehen.

deutende und lange fortgesetzte Angriffe der abyssodynamischen Kräfte schliessen lässt.

Solche Breccien zeigen die Freiberger und Frauensteiner Porphyrgänge nicht selten im Contacte mit dem Gneisse, wie z. B. auf der Grube Elisabeth, auf dem Anner Stollen, auf dem tiefen Hilfe-Gottes-Stollen und auf anderen Gruben zu beobachten war, wo sich förmliche Breccien-Bestege zwischen dem Gange und dem Nebengesteine vorfanden. Der Felsitgang, welcher in einem Steinbruche bei Oederan entblöst ist, umschliesst an seiner Gränze zahlreiche Gneissfragmente, die sich weiter auswärts unmittelbar berühren, bis endlich der feste unzerstörte Gneiss ansteht. Auf dem hohen Gneissrücken zwischen dem Wüstewaltersdorfer und Jauerniger Thale in Schlesien liegen drei kleine Porphyrkuppen, von welchen die nördlichste, zur Ermittelung ihrer Lagerungsverhältnisse, mit einer 10 Lachter langen Rösche angefahren wurde. Diese Rösche traf aber nur ein merkwürdiges, aus Gneissfragmenten bestehendes Conglomerat, dessen Schichten 20 bis 25° in SW. fielen: mit einem Ueberhau erreichte man jedoch den Porphyr, und an der Gränze enthielt die Gneissbreccie Partieen von Porphyr, welche mit unbestimmten Umrissen in das Ganze verflossen erschienen. Zobel und v. Carnall, in Karstens Archiv, III, 47. — Für die Grösse der bei solchen Bildungen wirksam gewesenen Kräfte liefern die bei Dorfhain, an der Südgränze des Tharander Waldes vorliegenden Erscheinungen ein sprechendes Zeugniss. Dort trennt sich, auf dem linken Ufer des Seerenbaches, von der grossen Porphyr-Ablagerung ein Porphyrgang, welcher 9000 Fuss lang, etwa 600 Fuss breit und in seinem allgemeinen Verlaufe der südlichen Gränze jener Ablagerung ungefähr parallel ist, so dass zwischen ihm und diesem Hauptdepot ein Streifen Gneiss enthalten ist, welcher, bei ungefähr 9000 F. Länge, eine mittlere Breite von 1000 F., und daher einen Flächen-Inhalt von etwa 9 Mill. Quadratfuss besitzt. Während nun aber der, ausserhalb des Porphyrganges anstehende Gneiss regelmässige und stetig fortlaufende Schichten zeigt, so ist in dem ganzen, zwischen beiden Porphyrmassen eingeschlossenen Gneissstreifen nicht eine einzige Stelle zu finden, wo der Gneiss als ganzes und geschichtetes Gestein vorkäme. Vielmehr erscheint er durch und durch zerbrochen und zermalmt zu einer groben Breccie, deren grössere Fragmente durch feineren Schutt verbunden sind. Die grossartigen Dimensionen dieses Vorkommens einer Reibungsbreccie, welche durch gänzliche Zermalmung eines Stückes Gneissgebirge von 9 Millionen Quadratfuss Oberfläche gebildet wurde, und ihre Ausdehnung bis an den südlichen Rand des grossen Porphyrdepots beweisen wohl unwiderleglich, dass hier ein Streifen des Gneissgebirges zwischen zwei, fast parallele Porphyrgänge eingeklemmt, und der gleichzeitigen Einwirkung der von ihnen ausgeübten mechanischen Gewalten unterworfen wurde. Geognost. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, V, S. 221 f.

Bisweilen ist die Zermalmung des Nebengesteins so weit gediehen, dass sandsteinähnliche und sogar lettenähnliche Massen als Zerreibungsproducte entstanden, welche die Salbänder der Porphyrgänge begleiten, oder ihre Gangwänden überziehen; doch pflegen dergleichen Gebilde nur auf unzersprengten und stetig ausgedehnten Begränzungsflächen vorzukommen, welche gleichsam den Reibstein lieferten, auf welchem der Porphyr gearbeitet hat.

Dislocationen ganzer Schichtensysteme, Aufrichtungen und Biegungen der benachbarten, Knickungen und Stauchungen der unmittelbar angränzenden Schichten, endlich Rutschflächen und Spiegel auf den Begränzungsflächen, das sind ebenfalls Erscheinungen, welche nicht selten durch

Porphyrgänge und Porphyrstöcke hervorgebracht worden sind, und die **e r u** **t i v e N a t u r** ihres Materiales ausser allen Zweifel stellen.

Ein senkrechter Porphyrgang auf dem Danielstollen bei Joachimsthal hat n Maier die Schieferschichten an beiden Seiten steil aufgerichtet. Der Porphyrga welcher bei Flöha in Sachsen die untere Etage der Steinkohlenformation dur schneidet, und mit der über ihr abgelagerten Porphyrdecke zusammenhängt, eine bedeutende Verwerfung veranlasst, durch welche die Schichten um mehr 100 Ellen aus ihrer gegenseitigen Lage verrückt worden sind. Auch die nicht s tene Erscheinung, dass Porphyrgänge auf der G r ä n z e zweier verschiedener F mationen aufsetzen, dürfte bisweilen durch eine Verwerfung zu erklären sein, dem die eine Formation in das Niveau der anderen gehoben worden ist. — S merkwürdig sind die von Zobel und v. Carnall beschriebenen Erscheinungen Gleisberge bei Waldenburg. Auf dem Gipfel der südlichen Kuppe stecken im P phyr grosse rundliche Sandsteinmassen mit einzelnen Conglomeratlagen; der San stein ist sehr zersetzt, fast zerreiblich, von vielen Klüften durchzogen, welche r rothem Eisenoxyd bedeckt sind. Jede Masse gleicht einem Kugelabschnitte mit w lenförmig gebogener Begränzung; es sind ihrer zehn vorhanden, von denen d grössten 10 bis 12 Fuss im Durchmesser haben. Die, ausserdem regellosen Klü des Porphyrs schmiegen sich in der Nähe der Sandsteinmassen nach den *Contou* ren derselben, sind mit Steinmark überzogen und oft aufwärts gefurcht; zwischen dem Porphyr und Sandstein aber ziehen sich schmale, 4 bis 8 Zoll mächtige Lagen einer dunkelrothbraunen, mit langen Flasern eines grünen, specksteinähnlichen Minerals erfüllten Masse hin. In einem anderen Steinbruche setzt der Porphyr als ei 3 bis 4 Lachter mächtiger Gang durch das Conglomerat der Steinkohlenformation; auch hier schmiegen sich seine Klüfte dem Conglomerate an, und enthalten da weisse steinmarkähnliche Mineral mit aufwärts gerichteter Streifung; die *rothbrau*nen Zwischenlagen sind gleichfalls vorhanden; jenseits derselben aber findet sich ein buntes Gemeng von Quarz- und Lyditgeröllen mit Fragmenten von Kohlensandstein, Schieferthon, Brandschiefer und Steinkohle, welche nahe am Porphyr durch Porphyrmasse zu einem sehr festen Conglomerate verbunden sind. Die Steinkohlenbrocken zeigen, zufolge angestellter Versuche, sämmtlich eine anthracitähnliche Beschaffenheit. Karstens Archiv, Bd. IV, 1831, S. 119 ff. Alle diese Erscheinungen sind offenbar nur in der Voraussetzung einer eruptiven Natur des Porphyrs zu erklären.

Während sonach recht vielfache Beweise gewaltsamer **m e c h a n i s c h e r** Einwirkungen der Porphyre auf ihr Nebengestein vorliegen, so sind die Beweise auffallender **c h e m i s c h e r** Einwirkungen weit seltener. Allerdings ist das Nebengestein oft auf eine eigenthümliche Weise **z e r s e t z t**, oder mit **K i e s e l e r d e**, oder auch (und zwar besonders häufig und reichlich) mit **E i s e n o x y d** imprägnirt; diese Veränderungen lassen sich jedoch keinesweges als *unmittelbare* Wirkungen des Porphyrs, sondern nur als die Wirkungen des **u n t e r i r d i s c h e n W a s s e r s** betrachten, welchem längs den Salbändern der Porphyrgänge seit undenklichen Zeiten Wege zum Durchsickern geöffnet waren, wobei es theils zersetzend gewirkt, theils Kieselerde oder Eisenoxyd abgesetzt hat.

Es ist gewiss, dass sehr viele, in den verschiedensten Gesteinen aufsetzende Porphyrgänge an ihrem Nebengesteine **g a r k e i n e** auffällige materielle Veränderung hervorgebracht haben. In manchen Fällen jedoch kommen Erscheinungen vor, welche uns auf eine dergleichen Veränderung verweisen. Dahin gehören

z. B. die Verdichtung und Erhärtung, sowie die Imprägnation mit Feldspathkörnern, welche hier und da am Thonschiefer und an einigen anderen Gesteinen, ganz vorzüglich aber die merkwürdigen Umwandlungen, welche mehrorts an der Steinkohle in ihrem Contacte mit Porphyren beobachtet worden sind.

Nöggerath hat uns die interessanten Erscheinungen kennen gelehrt, welche der Porphyr der Bruchhauser Steine, unweit Brilon in Westphalen, hervorgebracht hat. Diese Porphyrfelsen erheben sich einzeln aus dem Thonschiefer, und ihre Gränzflächen setzen senkrecht in die Tiefe; die Schichten des Schiefers stossen sich am Porphyr ab, ohne in ihrem westöstlichen Streichen gestört zu werden, und auch die vom Porphyr umschlossenen Thonschieferkeile zeigen nur ein wenig abweichendes Streichen. Der Thonschiefer ist in der Berührung mit dem Porphyr auffallend verändert, und geht durch Aufnahme von eckigen Feldspathkörnern allmälig in ihn über, so dass Mittelgesteine entstehen, welche schon Porphyr genannt werden können, obwohl sie noch die schieferige Structur des Schiefers besitzen. Die Masse des weissen, grauen und fleischrothen Porphyrs lässt zahllose in einander verfliessende Varietäten erkennen, wie sie selten auf so kleinem Raume beisammen vorkommen mögen; dabei flechten sich zoll- bis fussgrosse Feldsteinmassen in den Schiefer ein, welcher sie in Adern durchschwärmt. Karstens Archiv, III, 1831, S. 95 ff. auch Klipstein in Leonhards Jahrbuch 1832, S. 192 f. — Analoge Erscheinungen kennt man im Forez (Centralfrankreich) wo die Porphyre sehr häufig mit den Schichten der Uebergangsformation in Conflict getreten sind. Gewöhnlich ist es Kieselschiefer, welcher unmittelbar an den Porphyr angränzt; er enthält olt Feldspathkrystalle, und zeigt selbst Uebergänge in den Porphyr; ja, bei Urval und Poïet ist die Verknüpfung beider Gesteine so innig, dass man zwischen ihnen keine bestimmte Gränze anzugeben vermag. In der Kette von Tarare hat der Porphyr gleichfalls die Schichten häufig gestört, ihre Gesteinsbeschaffenheit verändert, und zahlreiche Fragmente derselben in sich aufgenommen; bei Thizy durchschneidet er ein aus Schiefer- und Kalksteinschichten bestehendes Schichtensystem, wobei der Kalkstein im Contacte mit dem Porphyr bis auf mehre Zoll Abstand Feldspathkrystalle enthält, ohne jedoch ausserdem verändert zu sein. Dufrénoy in der *Explic. de la carte geol. de la France, I, p.* 137 ff.

Fournet, welcher sich ausführlich mit den metamorphischen Einwirkungen der Porphyre auf schieferige Gesteine beschäftigt hat, spricht von prismatisch abgesonderten, gefritteten, halb geschmolzenen und vollständig geschmolzenen Schiefern (*Bull. etc. IV, p.* 234), nachdem er schon früher (*Ann. de chim. et de phys. t.* 60, *p.* 300) ihre von den quarzführenden Porphyren ausgegangene Imprägnation mit Feldspath, und manche andere, im Contacte mit diesen Porphyren zu beobachtende materielle Veränderungen als Beweise einer *fusion reciproque* darzustellen versucht hatte.

Einige andere hierher gehörige Erscheinungen sind bereits im ersten Bande S. 742 und 758 zur Erwähnung gebracht worden, weshalb nur noch bemerkt werden mag, dass die Einschlüsse von körnigem Kalkstein, deren unten in §. 387 gedacht werden soll, gleichfalls auf eine thermische Einwirkung der Porphyre zu verweisen scheinen, dafern die Interpretation richtig ist, dass solche Vorkommnisse als grosse Fragmente sedimentärer Kalksteinschichten zu betrachten sind.

Für eine immer noch auffallend hohe Temperatur des porphyrischen Materiales sprechen aber insbesondere jene Veränderungen der Steinkohle, welche sich im Allgemeinen als eine mehr oder weniger weit gediehene Verkokung derselben bezeichnen lassen.

Steffens machte wohl zuerst auf derartige Veränderungen aufmerksam, welche im Waldenburger Steinkohlenrevier an einem vom Porphyr bedeckten Kohlenflötze

beobachtet worden waren. Später wurde die Modalität dieser Veränderungen ge
nauer von Karsten bestimmt, indem er 5 Varietäten solcher metamorphosirt
Steinkohlen von drei verschiedenen Gruben einer chemischen Analyse unterwa
Als Resultat dieser Untersuchung stellte sich heraus, dass der Porphyr eine meh
oder weniger vollständige Verkokung der Steinkohle bewirkt hat, gerade so, w
sie bei der trockenen Destillation Statt finden müsste. Da nun ein solcher Erfo
nur in der Glühhitze und ohne Zutritt von atmosphärischer Luft eintreten konnt
so ergeben sich die Folgerungen von selbst, welche sich daraus für den Zusta
ziehen lassen, in welchem sich der Porphyr zu der Zeit befand, als er das Stei
kohlengebirge durchbrach. Untersuchungen über die kohligen Substanzen d
Mineralreiches, 1826, S. 162. Ueber die geognostischen Verhältnisse dieser inte
essanten Vorkommnisse sind wir aber besonders durch Zobel und v. Carnall b
lehrt worden. Auf der Fixsterngrube bei Altwasser ist der Porphyr in das Stei
kohlengebirge eingedrungen, und hat sich daselbst als ein etwa 7 Fuss mächtig
Lagergang über einem Kohlenflötze abgelagert, er erscheint daselbst als Thonstei
porphyr, zeigt an der Gränze gegen die Kohle eine gewundene Farbenstreifun
und ist mit derselben fest verwachsen. Die Kohle ist eisenschwarz, halbmetallis
glänzend, ausgezeichnet dünnstängelig abgesondert, auf den Klüften buntfarbig an
gelaufen oder mit Eisenocker überzogen; diese Veränderung erstreckt sich auf 1
bis 20 Zoll tief einwärts, und überhaupt ist das Flötz überall unter dem Porphy
von anthracitartiger, und nur da von gewöhnlicher Beschaffenheit, wo der Porphy
fehlt. Ganz ähnlich sind die auf anderen Gruben beobachteten Veränderungen,
weshalb denn die obigen von Karsten gezogenen Folgerungen wohl gerechtfertig
erscheinen. Uebrigens stehen diese Erscheinungen aus Niederschlesien keineswegs
isolirt da, indem aus mehren Steinkohlenrevieren Frankreichs, in welchen die Por-
phyre die Schichten der Kohlenformation durchbrochen haben, ganz ähnliche Ver-
kokungen der Steinkohle berichtet worden sind. Auch hat v. Kudernatsch bei Stei-
dorf im Banate eine sehr ausgezeichnete Verkokung und prismatische Absonderu
der Steinkohle im Contacte eines quarzführenden Felsitporphyrs beobachtet
Sitzungsber. der Kais. Ak. B. 23, S. 106.

§. 387. *Quarzgänge, Pechstein und Kalkstein in Verbindung mit Porphyren.*

Die quarzführenden Porphyre lassen, ausser der häufigen Verknüpfung mit denen, von und aus ihnen selbst gebildeten Breccien, besonders häufig eine Association mit quarzigen Gesteinen, nämlich mit Gangbildungen erkennen, welche vorwaltend aus krystallinischem Quarz und aus Hornstein bestehen, bisweilen aber auch Chalcedon, Achat, Amethyst und Eisenerz führen.

Wie nämlich diese Porphyre so häufig von drusigen Quarztrümern durchschwärmt oder von kleineren Quarzgängen regelmässig durchzogen werden, so findet man nicht selten, dass sie auch mit mächtigen Quarzgängen in einem sehr genauen Zusammenhange stehen, indem dergleichen Gänge entweder dicht neben Porphyr-Gängen und Stöcken hinlaufen, oder, sich unmittelbar an sie anschliessend, in die Verlängerung derselben fallen. Gewöhnlich haben sie auf die zunächst angränzenden Theile des Porphyrs eine Einwirkung ausgeübt, welche sich bald als eine gleichmässige Imprägnation mit Kieselerde, bald als eine vielfache Durchtrümerung mit Quarz- und Hornsteinadern zu erkennen giebt.

Diese quarzigen Begleiter der Porphyre lassen vermuthen, dass vorwelt-

iche, an Kieselerde reiche Mineralquellen auf denen, durch die Porphyrgänge eöffneten Spalten und Rissen der Erdkruste ihren Ausgang fanden, und Quarz, lornstein und Achat absetzten, bis endlich die Ausflusscanäle gänzlich verlopft waren *).

Im Sächsischen Erzgebirge finden sich mehre sehr ausgezeichnete Beispiele solcher Bildungen, von denen wir nur einige anführen wollen. Südöstlich von Augustusburg setzt genau auf der Gränze des Gneisses und Thonschiefers ein Porphyrgang auf, welcher im Kunnersteine aufragt, und grossentheils als Felsenkamm von NW. nach SO. hin zu verfolgen ist. Weiterhin aber setzt dieser Gang, zwar nicht mehr als Porphyr, aber doch als ein mächtiger Quarz- und Hornsteingang in den Gneiss hinein, und läuft als solcher noch über ½ Stunde weit fort. Im oberen Theile des tiefen Grabens tritt er als schroffer Felsenkamm heraus, und besteht daselbst aus eisenschüssigem dichtem Quarz und Hornstein, der oft zerbrochen und dann durch krystallisirten Quarz oder durch faserigen Amethyst wiederum verkittet ist, wodurch bisweilen sehr schöne drusige Sphärengesteine gebildet werden, in deren Drusenräumen sich mitunter etwas Nakrit vorfindet. In der Nähe des Kunnersteins trifft der Quarzgang mit dem dasigen Porphyrgange zusammen, worüber zwar nichts Deutliches zu beobachten ist; indessen lässt sich nach den daselbst häufig vorkommenden Stücken eines, aus Porphyrfragmenten und aus krystallinischem Quarze bestehenden Brockengesteins vermuthen, dass der Quarzgang etwas jünger sein muss, als der Porphyrgang. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen von Naumann und Cotta, II, S. 84. — Der bekannte Achatgang von Schlottwitz im Müglitzthale steht im genauesten Zusammenhange mit ein paar dortigen Porphyrstöcken, deren einer von ihm durchschnitten, der andere von ihm nur berührt wird. Der langgestreckte Porphyrstock, welcher auf der Höhe des Gneissgebirges, westlich von Reichstädt (unweit Dippoldiswalde) in nordöstlicher Richtung zu Ende geht, keilt sich dort förmlich mit einem mächtigen Quarzhornsteingange aus, welcher an seinem südlichen Ende unmittelbar in den Porphyr eingreift, nach Norden aber aus ihm heraustritt, und endlich zur Ausspitzung gelangt. Section XI der geogn. Charte von Sachsen.

Ganz ähnliche Erscheinungen wiederholen sich am Harze und im Schwarzwalde. Quarz, hin und wieder in mächtigen Gängen, deren Ausgehendes bedeutende Felsenmassen bildet, zeigt sich nach Hausmann an mehren Stellen in der Nähe des Harzer grauen Felsitporphyrs; unter anderen vorzüglich ausgezeichnet in der Gegend der Tragfurter Brücke, und auch weiter abwärts zu beiden Seiten der Bude. Ueber die Bildung des Harzgebirges, S. 123. — Von grosser Wichtigkeit, sagt Daub, sind für die Porphyrgebilde des Münsterthales im Schwarzwalde die nicht seltenen gangförmigen Quarz-Lagerstätten, welche entweder als selbständige Gänge in der Nähe und in der verlängerten Richtung der Porphyrgänge, oder als Contactgebilde zwischen ihnen und dem Gneisse, oder als die theilweisen Ausgehenden der Porphyrgänge auftreten, in allen diesen Fällen aber als Kämme oder als isolirte Felspartieen aus der Oberfläche hervorragen. An einigen Stellen umschliesst der Quarz eckige Fragmente von Gneiss und Porphyr, welche letztere beweisen, dass er dem Porphyr im Alter nachsteht. Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 12.

Am Thüringer Walde treffen wir dieselbe Association zwischen Porphyr und Quarzgebilden. Heim beschreibt z. B. ein dergleichen Gebilde, welches zwischen

*) Es ist wohl sehr wahrscheinlich, dass viele dieser Mineralquellen auch die Kieselerde zur Bildung gewisser Sandsteinformationen geliefert haben, in denen sich ja, wie z. B. in der Buntsandsteinformation, so häufig eine völlig krystallinische Ausbildung der Sandsteine kund giebt.

Porphyr und Granit auftritt, und beschliesst seine Schilderung mit der Bemerku dass dieses Quarzlager, wie er es nennt, gleichsam eine **Rinde** bilde, wel den vom Inselberge ausgehenden Porphyrzug in allen seinen Abtheilungen Verzweigungen, bald mächtiger, bald schmäler, auch stellenweise gänzlich unt brochen, begleitet und von den Gesteinen der granitischen Familie absondert. G logische Beschreibung des Thüringer Waldgebirges, II, Abth. 1, S. 164 ff. Ebe bemerkt Dufrénoy, dass in der Kette des Forez die Gränze der Porphyre gegen Granit meist durch Quarzgänge bezeichnet werde, wofür Grüner einige speci Beispiele anführt. Bei Saint-Priest-la-Prugne setzen, genau auf der Gränze quarzführenden Porphyrs und Granites, Gänge von Quarz und Achat auf. Bei C banouze und an vielen anderen Puncten findet dasselbe Statt, und oberhalb Sa Thurin zieht ein solcher Quarzgang wie eine Mauer fast 2000 Meter weit para im Thale fort, beständig zwischen Granit auf der einen, und Porphyr auf der an ren Seite. *Ann. des mines, 3. série, I, p.* 106 ff.

Associationen der Porphyre mit gangförmigen Lagerstätten von **Eisene** oder **Manganerz** sind gleichfalls in manchen Gegenden bekannt, und die steren schliessen sich bisweilen unmittelbar an die so eben betrachteten qua zigen Gesteinsgänge an.

Die so häufige Imprägnation des Nebengesteins mit Eisenoxyd, und die roth eisenschüssigen Lettenbestege sind die ersten Glieder einer Reihe von Bildunge welche mit vollständig entwickelten und z. Th. mächtigen Rotheisenerzgängen b schliesst. Die vorhin erwähnte Quarzbildung an der Seite des Inselberger Porph zuges ist neben dem Porphyr oft reich an Eisenoxyd, welches theils den Quarz ro färbt, theils als förmlicher Eisenstein concentrirt ist. Die Rotheisenerzgänge Lauterberg am Harze stehen nach Hausmann in einer genauen Beziehung zu de dortigen rothen Felsitporphyr, in dessen Nähe auch die angränzende Grauwacke auf bedeutende Distanzen eine rothbraune Färbung zeigt. — Der colossale Magne eisenerzstock von Durango in Mexiko soll nach Weidner im Gebiete des dortige quarzführenden Porphyrs vorkommen. Neues Jahrb. für Min. 1858, 786.

Der **Pechstein** oder **Pechsteinporphyr** tritt so häufig entweder i dem Gebiete, oder doch in der Nachbarschaft von Felsitporphyr-Ablagerunge auf, dass er wohl in den meisten Fällen mit gewissen Porphyrformationen vereinigen, und nur in wenigen Fällen als eine selbständige Formation zu be trachten sein dürfte. Andere Gesteine dieses Namens mögen vielleicht richtig zu der Melaphyr- und noch andere zu der Trachytformation gehören*).

Das Meissener Porphyr-Territorium in Sachsen ist eine classische Regio für das Vorkommen des Pechsteins. Derselbe bildet dort nicht nur mächtig **Gänge**, welche die übrigen Porphyre durchschneiden, sondern auch ander Gebirgsglieder von mehr horizontaler Ausbreitung, und steht mit einer seh ausgedehnten Ablagerung eines weissen bis hellgrünen, porphyrähnlichen Thon

*) So z. B. der durch seine prächtigen Felsen und seine schönen Säulen berühmt Pechstein des *Scuir of Egg* auf der Insel Egg, welcher, wie Necker de Saussure bemerk von Jameson nur sehr uneigentlich mit dem Namen Pechstein belegt worden ist, und eb so der Pechstein vom Weisselberge bei Oberkirchen in der Pfalz, von welchem schon Ste ninger sehr richtig erkannte, dass er **kein** Pechstein sei, was später durch Bergemann be stätigt worden ist. Ueberhaupt können die **hyalinen** Gesteine ganz verschiedener erupti ver Formationen oftmals eine so grosse Aehnlichkeit besitzen, dass man sich nicht wundern kann, wenn sie bisweilen unter demselben Namen aufgeführt worden sind, obwohl sie ver schiedenen Bildungen angehören.

eins oder Felsites in so inniger Verbindung, dass er von derselben gar nicht trennt werden kann. Im Tharander Walde unweit Spechtshausen, in Mohorn ischen Freiberg und Dresden, sowie bei Rottluf unweit Chemnitz scheint der chstein als gangförmiges Gebilde mitten im Porphyr aufzutreten. Bei Neudör- unweit Zwickau bildet er nach von Gutbier und Jenzsch, in innigster Ver- ndung mit Felsitporphyr ein weit ausgedehntes effusives Lager, welches den hichten des Rothliegenden ziemlich regelmässig eingeschaltet ist, und von der rtigen Melaphyrdecke unterteuft wird. Ganz ähnliche, bald aus Pechsteinpor- yr bald aus gewöhnlichem Felsitporphyr bestehende Lager sind im Rothlie- nden des erzgebirgischen Bassins mehrorts zwischen Lugau und Grüna nach- wiesen worden*). Eben so scheint nach Necker de Saussure das schöne, Fuss mächtige und auf mehre hundert Fuss Länge entblösste Pechsteinlager n Fusse des Berges Dunfeune, bei Brodick auf der Insel Arran, im Sandsteine liegen, während am Irsaflusse zwei Pechsteingänge den Sandstein durch- hneiden**).

Die meisten Pechstein-Vorkommnisse des Meissener Porphyr-Territoriums sind mit dem erwähnten Thonsteine vergesellschaftet, welchen man wegen dieser Asso- ciation füglich Pechstein-Felsit nennen kann. Dieser Pechsteinfelsit ist ge- wöhnlich gelblichweiss und grünlichweiss bis licht berggrün, selten röthlichweiss bis licht fleischroth, oder blaulichweiss bis lavendelblau; wobei die rothen und die blaulichen Farben meist in gewolkter, geaderter, gestreifter oder gefleckter Farben- zeichnung innerhalb der herrschenden Farben auftreten. Im Bruche ist das Gestein sehr uneben bis unvollkommen muschlig, erdig bis splitterig und matt; es ist weich bis quarzhart, dicht und bisweilen poros, ohne alle Parallelstructur, ganz regellos zerklüftet, zerspringt und zerfällt in ungestaltete, eckige und knorrige Bruchstücke, erscheint mitunter porphyrartig durch sparsame Quarzkörner, zeigt sich nicht sel- ten von feinen Calcedon- oder Hornsteinadern durchschwärmt, oder mit Kieselerde imprägnirt, und bisweilen mit kleinen Cavitäten versehen, deren Wände von Quarz überdrust sind. Dieser Felsit zeigt nun in seinen dichteren Varietäten ganz ent- schiedene Uebergänge in Pechstein; die Farbe wird licht wachsgelb oder oliven- grün, der Bruch muschlig, es stellt sich ein schwacher Fettglanz ein, und es ent- stehen Mittelgesteine, welche sich durch allmälige Verdunkelung der Farbe und Verstärkung des Glanzes an den wirklichen Pechstein anschliessen. Hieraus und aus dem beständigen Zusammenvorkommen des Pechsteins und des Pechsteinfelsites ergiebt sich die bereits von Beudant erkannte Zusammengehörigkeit beider Gesteine zu einer und derselben Bildung. Bei Gross-Kagen und nördlich von Alt- Robschütz umschliesst der Pechsteinfelsit viele Fragmente und Geschiebe von Por-

*) Sehr bezeichnend für alle diese Pechsteinporphyre des erzgebirgischen Bassins sind die, im ersten Bande S. 608 erwähnten Felsitkugeln mit Chalcedon- und Quarz-Einschlüs- sen, welche wie bei Neudörfel, so auch an allen übrigen Puncten vorkommen. Sie scheinen das Product einer und derselben Eruption zu sein, daher denn diese Porphyrlager den sehr bestimmten Horizont liefern.

**) Ueber den Pechstein von Arran hat Sorby sehr interessante mikroskopische Be- obachtungen angestellt. Derselbe besteht aus einer glasigen Grundmasse, welche mit zahl- reichen, ganz kleinen nadelförmigen Krystallen eines grünen Minerals erfüllt ist, und zu- gleich grössere Feldspathkrystalle eingesprengt enthält. Diese letzteren Krystalle umschliessen meist Kerne der glasigen Grundmasse, welche nicht selten kleine Blasenräume enthal- ten, in welche die grünen Nadeln bisweilen frei hineinragen; zum Beweise, dass diese grünen Krystalle vor der Erstarrung des Glases gebildet worden sind. *Quart. Journ. of the Geol. soc. XIV, p. 476 f.*

phyr, bildet daher förmliche Porphyrconglomerate, und zeigt auch dann (Schichtung, welche ausserdem in der Regel vermisst wird*).

Diese beiden Gesteine erscheinen nun theils in gangartigen Gebirgsgliede theils in deckenartigen Ausbreitungen, welche letztere gewöhnlich vorwalt von Pechsteinfelsit gebildet werden. Auch scheint es, dass dieser letztere wei stens zum Theil als der Vorläufer der eigentlichen Pechstein-Eruptionen zu betra ten ist, indem seine Massen schon abgelagert waren, als die letzten Ausbrü Statt fanden, deren Material, in Folge einer sehr raschen Erkaltung, als Pechs erstarrte.

Das ausgezeichnetste gangartige Vorkommen des Pechsteins ist dasjen welches bei dem Buschbade, am linken Gehänge des Triebischthales in den sch fen Felsen des Gottersteines aufragt, und sich von dort aus auf demselben Ufer Triebisch nordwärts bis in die Nähe des hohen Eifert, auf dem rechten Ufer da gen südwärts bis über das Hermsenloch verfolgen lässt. Seine bekannte Läng ausdehnung beträgt gegen 4500, seine Mächtigkeit aber am Gottersteine etwa 35(Auf seiner Ostseite wird dieser Gang wohl durchgängig von dem blauen quarzfr(Porphyr, auf der Westseite dagegen grösstentheils vom quarzführenden gestrei Porphyr begränzt, von welchem er nur am Gottersteine durch einen schma Streifen quarzfreien Porphyrs getrennt wird. Da die Ausstreichungslinien der Grä flächen an dem steilen Abhange des Gottersteins fast genau dasselbe Streich haben, wie der Gang selbst, so muss er fast senkrecht zwischen beiden Porphy aufsetzen; auch lässt der Pechstein im Contacte mit dem blauen Porphyr eine s steile, plattenförmig-schalige Structur erkennen; der nächste Porphyr ist die hart, klingend, und zeigt eine ähnliche Absonderung.

Die bedeutendste Ablagerung des Pechsteins liegt jedoch bei den Dörfe Ober-Garsebach und Ober-Semmelberg; sie erreicht eine Breite von fast 2000 f und wird auf der Westseite von Pechsteinfelsit begleitet, in welchen sie deu übergeht. Der Pechstein erscheint oft in mächtige schichtenähnliche Bänke abg sondert, welche 20° in NNO. einfallen, und dem Felsite aufzuliegen scheinen, w auf ein einseitiges Ueberströmen des aus einer Gangspalte hervorgebrochenen Pec steins schliessen lässt. Diese Spalte liegt an der östlichen Seite der ganzen Ab gerung, wo der Pechstein an den gestreiften quarzführenden Porphyr angränz dessen Platten daselbst 70° in Ost fallen, was in einer gewaltsamen, durch d Pechstein bewirkten Aufrichtung begründet sein dürfte.

Am Kuhberge, südlich von Wachtnitz, bildet der Pechstein eine 5 bis 6 Ell mächtige Decke über weissen und berggrünen Bänken des Pechsteinfelsites, welc ganz unten in eine kaolinartige Masse übergeht; wie denn dasselbe Gestein b Seilitz vollständig zu Kaolin zersetzt ist, welcher daselbst einen Gegenstand der Ge winnung bildet.

Als einer seltenen Erscheinung müssen wir noch des Vorkommens vo Kalkstein im Porphyr gedenken. Man kennt dergleichen im Forez und a einigen anderen Puncten in Frankreich sowie auf der Insel Hochland. Dies

*) In dem Programme der Realschule zu Neustadt-Dresden von 1860 hat Rentzsc eine reichhaltige und interessante Abhandlung über die Pechsteine des Meissener Porphy districtes veröffentlicht, in welcher er die Ansicht ausspricht, dass der Pechthonstein od Pechsteinfelsit nichts Anderes sei, als ein Porphyr, der durch die Hitze des aufsteigende Pechsteins umgewandelt worden. Mir scheinen beide Gesteine zusammenzugehören, wi solches bereits in der ersten Auflage dieses Lehrbuchs (II, S. 702 und 708) ausgesproche worden war. Wenn ich es aber im 5. Hefte der Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen S. 1 als ein »wahrscheinliches Resultat« andeutete, dass der Pechthonstein als der Vorläufer de eigentlichen Pechstein-Eruptionen zu betrachten sei, so habe ich damit weder eine »Theori noch eine zuversichtliche »Behauptung« ausgesprochen oder aussprechen wollen.

Vorkommnisse erscheinen meist wie Gänge oder Schichten, welche jedoch gewöhnlich nicht weit fortsetzen, sondern sehr bald mit voller Mächtigkeit zu Ende gehen. Sie bestehen aus körnigem Kalkstein, zeigen an ihren Gränzflächen oftmals Breccien, gebildet aus Kalksteinfragmenten und Porphyrtaig, und dürften wohl als colossale Fragmente sedimentärer Kalksteinschichten zu deuten sein, welche vom Porphyr losgesprengt, mit fortgerafft und mehr oder weniger metamorphosirt worden sind.

Die Porphyre des Forez halten an mehren Puncten dergleichen gangähnlich erscheinende Kalksteinmassen; so z. B. bei l'Hôpital, bei dem Weiler de Colet, bei Noire-Etable, Saint-Thurin, Soulagette und Champoly. An diesem letzteren Orte ist der 60° in W. fallende Gang über 400 Meter weit aufgeschlossen, meistentheils über 10 Meter mächtig, und wird am hangenden Salbande von einer porphyrischen Kalksteinbreccie begleitet; der Kalkstein selbst ist weiss, sehr feinkörnig, und umschliesst grosse Blöcke eines dunkelfarbigen, schiefrigen, mit grünen talkigen Klüften versehenen Gesteins. Bei la-Bombarde setzt ein 8 Meter starker Gang von krystallinischem Kalkstein im Porphyr auf; auch er zeigt mit grünem Steatit erfüllte Klüfte, an beiden Salbändern aber die erwähnte Breccie. *Expl. de la carte géol. de la France, I, p.* 134 ff. — Nach Charmasse kommt auch im Morvan bei Champ-Robert eine Marmorschicht im Porphyr vor. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, II, p.* 752. — Das Vorkommen von der Insel Hochland hat uns E. Hofmann kennen gelehrt. Dort findet sich am Vorgebirge Skipperniemi im Porphyr eine aus 7 bis 8 Schichten bestehende, 4 Fuss mächtige und 10 Fuss lange, krystallinisch-späthige Kalksteinmasse, welche im Contacte mit dem Porphyr Brocken desselben umschliesst, übrigens aber fest mit ihm verwachsen ist. Beiträge zur Kenntniss des Russischen Reiches von v. Baer und Helmersen, IV, S. 113, und daraus in Leonhard's Werke, die quarzführenden Porphyre, S. 177. — Hieran schliessen sich die Erscheinungen, welche ein Durchbruch des Porphyrs durch den körnigen Kalkstein bei Rodeland, am nördlichen Abfalle des Riesengebirges, beobachten lässt; der Porphyr breitet sich kuppenförmig über dem Kalkstein aus, greift aber auch mit gangartigen Apophysen in denselben ein; die krummflächig ausgebuchteten Gränzflächen aber sind mit einer aus Kalkstein und Porphyrbrocken gebildeten Rinde überzogen. Lütke und Ludwig in Karstens Archiv, XI, S. 265.

§. 388. *Verschiedene Formationen quarzführender Porphyre.*

Die quarzführenden Porphyre hatten sehr verschiedene Eruptions-Epochen und bilden daher auch sehr verschiedene Formationen. Wo sie im Gebiete von Gneiss, Glimmerschiefer, Urthonschiefer, Granit, Syenit u. dgl. vorkommen, da erweisen sie sich stets jünger als diese Gesteine, indem sie solche gangförmig durchsetzen. Die meisten Porphyre sind aber auch jünger als die Uebergangsformation, obwohl es gewisse Porphyre giebt, welche, als gleichzeitige Bildungen, während der Periode der silurischen und devonischen Formation hervortraten. Die drei Perioden der carbonischen, der permischen und der triasischen Formation sind es jedoch, in welchen sich die meisten Porphyr-Eruptionen ereigneten; das Maximum ihrer Entwickelung aber dürfte in den Anfang der permischen Periode fallen.

Nach Sedgwick sind in Cumberland und Westmoreland den Schiefern der Untersilurformation sehr zahlreiche Porphyrlager eingeschaltet, welche ihren Lagerungsverhältnissen zufolge nur als gleichzeitige Bildungen, d. h. als effusive Lager be-

trachtet werden können. Aehnliche Lager in den gleichfalls untersilurischen Schi fern von Caernarvonshire werden von Davis für intrusive Lager erklärt.

Nach Barrande wird in Böhmen die untere, durch die Primordialfauna charakt risirte Abtheilung der Silurformation von der darauf folgenden Abtheilung dur eine mächtige Porphyr-Ablagerung getrennt, deren Eruptions-Epoche in die älte Zeit der silurischen Periode fällt. Diese Porphyrformation ist es, welche neuerdin Feistmantel beschrieben hat.

Das von Elie de Beaumont als brauner Porphyr (*porphyre brun*) aufgeführte G stein, welches im südlichen Theile der Vogesen eine nicht unwichtige Rolle spiel und seines sparsamen Quarzgehaltes wegen den quarzfreien Porphyren sehr nal steht, ist nach diesem ausgezeichneten Geologen älter als die Steinkohlenformatio und fällt in die Periode der devonischen Formation. Die tiefsten, rothgefärbte Sandsteine und Conglomerate der südrussischen Steinkohlenformation liegen in de Profile von Karakuba nach Marchinsk auf rothem Porphyr, welcher offenbar älte sein muss, da die Conglomerate von seinen Geschieben ganz erfüllt sind. *The Geo logy of Russia, p.* 93. Das Steinkohlenbassin von Autun und Epinac, welches ar Fusse der Granit- und Porphyrberge des Morvan liegt, enthält in seinen Schichte unter anderen Geschieben auch solche von quarzführendem Porphyr, obwohl es vo Gängen eines anderen Porphyrs durchschnitten wird; dasselbe ist der Fall mit de Conglomeraten des Bassins von Sincey; folglich muss es dort dergleichen Porphyre gegeben haben, welche der Steinkohlenformation vorausgegangen sind. Das Kohlenbassin von Littry liegt im Walde von Cerisy und anderwärts mit horizontalen Schichten auf demselben quarzführenden Porphyr, dessen Gerölle sehr zahlreich in seinen Conglomeraten vorkommen*). Die Porphyre des Harzes sind nach Streng jünger als die ältere Steinkohlenformation, auch nach Hausmann jünger als die dasigen Granite.

Die Eruption des Porphyrs zwischen Oederan und Chemnitz in Sachsen fällt mitten in die Periode der jüngeren Steinkohlenformation, welche durch ihn ganz regelmässig in zwei besondere Etagen getrennt wird; die ihn unmittelbar unterteufende Ablagerung eines sehr groben Gneissconglomerates verweist uns auf sehr stürmische Ereignisse und auf gewaltige Alluvial-Operationen, welche dem Ausbruche des Porphyrs vorausgegangen sein müssen.

Die Porphyre des grossen Porphyr-Territoriums im Leipziger Kreise sondern eben so das Rothliegende in zwei Etagen, welchen sie ganz regelmässig eingelagert sind, zum Beweise, dass ihr Material nach der Bildung der unteren Etage hervorgebrochen und über dieser als eine mächtige effusive Decke ausgebreitet worden ist. Eben so scheinen die meisten Porphyre des Thüringer Waldes, Niederschlesiens und des Harzes in die Periode des Rothliegenden zu fallen. Dagegen ist die Bildungs-Epoche der Porphyre des Breuschthales in den Vogesen zwischen das Rothliegende und die Buntsandsteinformation zu setzen. Auch die grosse Porphyrbildung des südlichen Tyrol muss der Buntsandsteinformation unmittelbar vorausgegangen sein, weil ihre Conglomerate und Tuffe nach v. Richthofen in den aufliegenden Sandstein übergehen. Die Porphyre des Esterel in der Provence haben sich nach Coquand während der Periode der Buntsandsteinformation gebildet; ihre Eruptionen müssen sich eine Zeit lang wiederholt haben, da manche Schichten des Sandsteins viele Porphyrgeschiebe enthalten, desungeachtet aber von Porphyrgängen durchschnitten und von Porphyrkuppen überlagert werden. Besonders schön ist die Mitwirkung der Porphyre bei der Bildung des Buntsandsteins am Berge von Roquebrune zu beobachten, wo ein ganz allmäliger Uebergang aus dem Porphyr-

*) Da das Bassin von Littry wahrscheinlich der permischen Formation angehört (S. 608 und 661), so beweisen diese Erscheinungen doch wenigstens so viel, dass der betreffende Porphyr älter als diese Formation ist.

conglomerat und Porphyrpsammit in den gewöhnlichen Sandstein im Streichen der Schichten vorliegt. Die Porphyre, welche bei Steierdorf im Banate die untere Etage der Keuperformation gangförmig durchsetzen, während sie der oberen Etage lagerförmig eingeschaltet sind, müssen nothwendig in der letzten Zeit der Triasperiode gebildet worden sein.

Die einzigen in Europa bekannten Beispiele von Porphyren, welche jünger als die Triasformation sind, liefern nach Studer die Porphyre von Davos in Bündten und von der kleinen Windgelle in Uri, da solche mit dem Kalkstein der Juraformation in so enger Verbindung stehen, dass ihre Eruptions-Epoche in die Periode dieser Formation oder noch später fallen muss. Nach Darwin umschliesst die zur Kreideformation gehörige Thonschieferbildung des Feuerlandes an der Ostseite des Ponsonby-Sundes viele hundert Lagergänge von Porphyr, welche i n t r u s i v e Lager sein sollen, und daher jünger sein müssten, als die Kreideformation. *Geol. Observ. on South America, p.* 152. Da übrigens gewisse Granite der Insel Elba jünger sind als die dortige Macignobildung, so würde Dasselbe noch weit mehr von den dortigen Porphyren gelten.

Wenn sich schon aus ihren Beziehungen zu den s e d i m e n t ä r e n Formationen ergiebt, dass den quarzführenden Porphyren sehr v e r s c h i e d e n e Eruptions-Epochen zukommen, und dass folglich v i e l e Porphyrformationen unterschieden werden müssen, so findet diese Folgerung ihre volle Bestätigung in den g e g e n s e i t i g e n Beziehungen der Porphyre selbst, indem gar häufig verschiedene Porphyre beisammen vorkommen, welche in ihren geotektonischen Verhältnissen die evidentesten Beweise ihres wirklich verschiedenen Alters erkennen lassen. Es sind besonders die g a n g f ö r m i g e n Gebirgsglieder und die Einschlüsse von F r a g m e n t e n e i n e r Porphyrart innerhalb einer a n d e r e n, welche die entscheidendsten Kriterien einer solchen Altersverschiedenheit liefern; Kriterien, die übrigens auch bei der gegenseitigen Altersbestimmung der Porphyrite und der Melaphyre zu den quarzführenden Porphyren ihre Anwendung finden.

Ob man nun in s o l c h e n Fällen, da in einem und demselben Territorium zwei, drei oder mehre Porphyrarten als s u c c e s s i v e Bildungen erkannt worden sind, sie als eben so viele, wesentlich verschiedene Porphyr-F o r m a t i o n e n, oder nur als verschiedene G l i e d e r einer und derselben Formation betrachten und anerkennen will, das hängt freilich davon ab, in welcher Ausdehnung das Wort Formation überhaupt bei eruptiven Gesteinen genommen werden soll. Bei der oft grossen und sehr constanten p e t r o g r a p h i s c h e n Verschiedenheit, welche die verschiedenen Porphyre eines und desselben Territoriums zeigen, möchte es vielleicht gerathen sein, für sie den Begriff der F o r m a t i o n eher in einem zu engen, als in einem zu weiten Sinne geltend zu machen, und daher nur solche Porphyre zu e i n e r Formation zu vereinigen, welche sich, bei wesentlich übereinstimmender mineralischer Zusammensetzung und petrographischer Beschaffenheit, auch durch ihre geotektonischen Verhältnisse als die Producte einer und derselben Eruption zu erkennen geben.

Ueberhaupt hat man es ja bei e r u p t i v e n Gesteinen nicht sowohl mit Bildungsp e r i o d e n, als mit Bildungse p o c h e n zu thun, weil es doch immer nur verhältnissmässig sehr k u r z e Zeiträume waren, innerhalb welcher ihre Bildung, d. h. die Eruption und Ablagerung ihres Materials bewerkstelligt worden ist. Nur

dann, wenn sich die Eruptionen eines und desselben Materials vielfach und la hinter einander wiederholt haben, lässt sich von einer Bildungsperiode des treffenden eruptiven Gesteins sprechen. Solche Repetitionen scheinen aber bei Porphyren weniger Statt gefunden zu haben, als bei den Basalten, Trachyten Laven.

Obgleich sich nun voraussetzen lässt, dass ein und dasselbe porpl rische Material gleichzeitig oder doch beinahe gleichzeitig an vielen Pu ten der Erdoberfläche hervorgetreten ist, so macht es doch die Verschiedenh des petrographischen Habitus der Felsitporphyre äusserst schwierig, die in v schiedenen, von einander entfernten Gegenden vorkommenden Porphyrform tionen mit einander zu vergleichen und zu identificiren. Daher sind denn au bis jetzt zwar in gewissen einzelnen Territorien die daselbst vorhanden Porphyre ziemlich genau nach ihrem gegenseitigen Alter erkannt worden, wä rend eine solche Erkenntniss für die Porphyre verschiedener und zum weit entlegener Territorien noch nicht mit der gehörigen Sicherheit ve bürgt erscheint. Die wichtigsten Argumente bei solchen Vergleichungen werd immer in den Verhältnissen der Porphyre zu den verschiedenen Sedimentfo mationen und in ihren gegenseitigen Durchsetzungs-Verhältnissen zu such sein, während die allgemeine petrographische Aehnlichkeit gleichfalls eine we sentliche Berücksichtigung erfordern dürfte.

In Sachsen lassen sich innerhalb des Meissener Porphyr-Territoriums wenigstens vier Porphyrformationen unterscheiden. Ausser zwei verschiedenen quarzführenden Porphyren tritt auch ein, gewöhnlich quarzfreier Porphyr und endlich der mit dem Pechstein verbundene weisse Felsit auf. Der älteste quarzführende Porphyr ist licht fleischroth, ausgezeichnet schiefrig oder gestreift, oft plattenförmig abgesondert und geschichtet, umschliesst fast nur sparsame kleine Quarzkörner und Glimmerschuppen, tritt in grosser Verbreitung auf, und ist am besten in den Felsen und Steinbrüchen bei dem Dorfe Dobritz entblöst, weshalb er der Dobritzer Porphyr heissen mag. Ein jüngerer quarzführender Porphyr ist röthlichbraun, reich an grossen Feldspathkrystallen und Quarzkörnern, und bildet nördlich und nordwestlich von Meissen mehre sehr deutliche Gänge, welche im Granite aufsetzen, an dem sie so scharf abschneiden, dass man nicht begreift, wie hier von Uebergängen aus dem einen Gestein in das andere gesprochen werden konnte; wir wollen ihn nach dem Dorfe Zehren, als einem ausgezeichneten Puncte seines Vorkommens, den Zehrener Porphyr nennen. Der theils blauliche, theils braune, gewöhnlich quarzfreie, aber glimmerreiche Porphyr oder Porphyrit ist gleichfalls sehr verbreitet, bildet aber auch viele Gänge, welche den Dobritzer Porphyr durchschneiden, während einer derselben bei der sogenannten Drossel von einem Gange des Zehrener Porphyrs durchschnitten wird; woraus sich denn ergiebt, dass die Eruptions-Epoche dieses Porphyrites zwischen die Epochen des Dobritzer und des Zehrener Porphyrs fällt. Ausser diesen drei Porphyren erscheint nun auch der Pechsteinfelsit in nicht unbedeutender Verbreitung und in so inniger Verbindung mit dem eigentlichen Pechsteinporphyr, dass beide Gesteine unmöglich getrennt, sondern höchstens als verschiedene Glieder einer und derselben Formation betrachtet werden können, welche als die jüngste der dortigen Porphyrformationen charakterisirt ist. — Der blaue quarzfreie Porphyrit des Meissener Porphyr-Territoriums ist derselbe, welcher sich auch weiter südlich, von Wilsdruff über Kesselsdorf bis nach Potschappel in das Bassin der Döhlener Steinkohlenformation und des Rothliegenden erstreckt. Bedenkt man nun, dass das Rothliegende zwischen

Dresden und Rabenau, auf den Höhen des Göligberges und Wachtelberges, von einem quarzführenden Porphyr überlagert wird, welcher sich mit keinem der Porphyre des Meissener Territoriums identificiren lässt, so gelangt man zu der Folgerung, dass auf dem linken Elbufer, in dem Striche von Zehren bis Possendorf, nicht weniger als fünf verschiedene Porphyrformationen zu unterscheiden sind.

Die im Erzgebirge, zwischen Tharand, Freiberg, Frauenstein, Graupen, Liebstadt und Dippoldiswalde so verbreiteten Porphyre gehören drei verschiedenen Formationen an*). Zuvörderst müssen nämlich die, unter den steinkohlenführenden Sandsteinen von Schönfeld und Bärenfels liegenden grünlichgrauen Porphyre von denen über diesen Schichten liegenden rothen Porphyren unterschieden werden, welche letztere den mächtigen, von Dippoldiswalde bis Teplitz laufenden Porphyrzug, den Tharander Wald, und die zahlreichen, in dem Landstriche von Liebstadt über Dippoldiswalde und Frauenstein nach Freiberg gelegenen Stöcke und Gänge bilden. Endlich ist noch, als jüngste Formation, der Granit- und Syenitporphyr zu erwähnen, welcher in drei bedeutenden Gängen oder Zügen auftritt, von denen der östliche und zugleich mächtigste an der Gränze des Dippoldiswalda-Teplitzer Felsitporphyrzuges hinläuft, welchen er auf dem südlichen Abfalle des Erzgebirges in der Form eines schmalen Ganges durchschneidet, während er bei Glashütte vier, von demselben nach Osten auslaufende Felsitporphyrgänge von ihm abschneidet. Section XI der geognost. Charte des Königr. Sachsen. Es ist schwer zu sagen, ob eine, und welche von diesen drei Porphyrbildungen des Erzgebirges mit einer von den bei Meissen auftretenden Porphyrformationen identisch ist. Der petrographischen Aehnlichkeit nach würde wohl noch am ersten der Zehrener Porphyr mit dem weit verbreiteten Porphyr von Dippoldiswalde, Altenberg und Teplitz zu vergleichen sein.

Im Gebiete des Erzgebirgischen Bassins sind mit Sicherheit zwei verschiedene Porphyrformationen zu unterscheiden; nämlich der rothe Porphyr von Flöha, welcher der Steinkohlenformation eingelagert, und der braune Porphyr von Furth, Rottluf, Wüstenbrand, Hohenstein und Neudörfel bei Zwickau, welcher meist dem Thonsteine des Rothliegenden aufgelagert und der sehr mächtigen unteren Etage des Rothliegenden eingelagert ist. Wahrscheinlich gehört der erstere Porphyr, welcher auch bei Augustusburg auftritt, mit den weit verbreiteten Felsitporphyren des Erzgebirges zu einer und derselben Formation. Der braune Porphyr dagegen steht mit dem Pechsteinporphyr in so inniger Verbindung, dass beide Gesteine zu einer und derselben Bildung gerechnet werden müssen, deren Lagerungsform gewöhnlich die, eines nicht sehr mächtigen, aber zum Theil weit verbreiteten Lagers ist**). Ob der Porphyr von Leukersdorf (I, 605) zu derselben Formation gehört, diess ist noch zweifelhaft.

Die grosse Porphyr-Ablagerung des Leipziger Kreises, welche so entschieden dem Rothliegenden eingelagert ist, und in dieser Hinsicht ungefähr dieselbe bathrologische Stellung behauptet, wie der Porphyr von Furth und Wüstenbrand, lässt in ihrem Gebiete noch einige andere Porphyrbildungen erkennen, von denen

*) Der Pechstein, welcher im Tharander Walde und in Mohorn bekannt ist, würde noch als eine vierte Bildung abzusondern sein. Der Mohorner Thonsteinporphyr aber hat grosse Aehnlichkeit mit dem Dobritzer Porphyr.

**) Die im erzgebirgischen Bassin durch das Rothliegende abgeteuften Schächte haben die weite Ausdehnung dieser Porphyrlager erkennen lassen. Ueber ihre Verhältnisse in der Gegend von Zwickau gab Jenzsch interessante Mittheilungen in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. X, 31 ff. Jenzsch nennt das Gestein Sanidin-Quarz-Porphyr, weil seine Feldspathkrystalle wegen ihrer stark glänzenden Spaltungsflächen, ihrer Farblosigkeit und Pellucidität ein sanidinähnliches Ansehen besitzen.

die eine, ein ausgezeichneter Granitporphyr, in dem Striche von Wurzen na(Nerchau, sowie bei Brandis und Beucha ziemlich verbreitet ist. Dieser Granitpo phyr bildet bei Ammelshain einen mächtigen Gang im Felsitporphyr, und ist al jünger, als dieser. Am Tummelberge oberhalb Wurzen wird aber der Granitpo phyr selbst von einem merkwürdigen, hufeisenförmig gekrümmten Gange ein erbsengelben Felsitporphyrs durchschnitten, welcher daher eine noch jüngere Bi dung repräsentirt, die jedoch bis jetzt nur an diesem einzigen Puncte bekannt is Bei Arras und Korbitzsch, nordwestlich, sowie bei Wendishain und Lauschka, süd östlich von Leissnig, treten weisse Porphyre auf, welche sich sehr auffallend v den herrschenden dunkelrothen Porphyren der dortigen Gegend unterscheiden, a denen sie auch bei Arras sehr scharf abschneiden, woselbst sie in einen weissen Fel übergehen, der Geschiebe des rothen Porphyrs umschliesst. Ferner erscheint b Ebersbach, zwischen Lausigk und Rochlitz, sowie bei Korbitzsch und Queckha unweit Leissnig, etwas Pechstein, welcher wenigstens an letzterem Orte s scharf am rothen Porphyr abschneidet, dass er wohl als eine selbständige Bildun zu betrachten ist, während er sich bei Korbitzsch mit dem weissen Porphyr seh nahe verbunden zeigt; was an die Verhältnisse im Meissener Territorium erinnert Endlich ist noch der Porphyr von Frohburg zu erwähnen, welcher anscheinen über dem Rothliegenden gelagert, und auch in petrographischer Hinsicht dem vor erwähnten Porphyre des Wachtelberges und Göligberges sehr ähnlich ist.

Diess sind die wichtigsten Resultate, welche sich bis jetzt in Sachsen über di daselbst vorhandenen Porphyrbildungen aufstellen lassen.

Bei Halle haben v. Veltheim und Hoffmann schon lange zwei verschiedene Porphyre, einen älteren und einen jüngeren, oder richtiger, einen unteren und einen oberen unterschieden. Licht röthlichgraue Farbe und Vorherrschen der Grundmasse über die Einsprenglinge charakterisiren den unteren, dunkel braunrothe Farbe und Vorwalten der Einsprenglinge charakterisiren den oberen Porphyr. Jener enthält in seiner Grundmasse einzelne, aber oft bis zollgrosse, scharf begränzte Feldspathkrystalle, welche theils fleischroth und frisch, theils gelblichweiss und mehr oder weniger zersetzt, und als Orthoklas und Oligoklas verschieden sind, ausserdem noch Krystalle oder Körner von Quarz, und sehr sparsame Schuppen von Glimmer oder Chlorit. Er bildet die Hauptmasse des Hallischen Porphyr-Territoriums von Dölau bis Löbejün und tritt auch bei Landsberg auf. Der obere Porphyr ist in seiner Grundmasse ganz erfüllt mit vielen kleinen Krystallen derselben beiden Feldspath-Species und mit Quarzkörnern, und umgiebt den unteren Porphyr in oft bedeutenden Ablagerungen. Obgleich nun diese beiden Porphyre bisweilen solche Lagerungsverhältnisse zeigen, dass die von Hoffmann zu ihrer Unterscheidung gewählten Prädicate unterer und oberer Porphyr gerechtfertigt erscheinen, so hat doch Andrae später auf einige gangartige Durchsetzungen des oberen Porphyrs durch den unteren aufmerksam gemacht, welche beweisen dürften, dass ihr Altersverhältniss das entgegengesetzte von dem ist, welches v. Veltheim aus jenen Lagerungsverhältnissen erschliessen zu können glaubte*). Jedenfalls ist aber wohl so viel gewiss, dass der untere Porphyr, ebenso wie der obere, erst nach der Bildung der Steinkohlenformation hervorgetreten ist, obgleich man früher für jenen die gegentheilige Ansicht geltend zu machen suchte.

Am Harze kommen zweierlei quarzführende Porphyre vor, welche Streng nach ihren vorherrschenden Farben als rothe und als graue Porphyre unterscheidet. Die rothen Porphyre sind reicher an Kieselsäure und erscheinen besonders am Südrande des Gebirges, wo sie den Auerberg, den Ravenskopf und den grossen Knollen bilden, während kleinere Vorkommnisse auch am Nordrande in der Nähe

*) Erläuternder Text zur geognostischen Charte von Halle, S. 28 und 37.

des Granites bekannt sind. Die grauen Porphyre enthalten weniger Kieselsäure, ermangeln daher oft des Quarzes und finden sich in der Mitte des Gebirges an vielen einzelnen Puncten zwischen Wernigerode und Hasselfelde, besonders häufig in der Gegend von Elbingerode. — Die Grundmasse der rothen Porphyre ist meist röthlichbraun, selten grau oder grünlichweiss, dicht, in dünnen Kanten schwer schmelzbar zu farblosem oder weissem Glase; H. = 6... 7, G. = 2,62. In dieser Grundmasse erscheinen nun: als wesentliche Gemengtheile, Quarz, in Krystallen oder Körnern, und Orthoklas, in rothen krystallinischen Körnern; als accessorische Gemengtheile, Oligoklas, selten und nur in den Varietäten vom Nordrande des Gebirges, schwarzer Glimmer, äusserst selten; grüner Pinit, sehr häufig in dem Gesteine des Auerberges, ausserdem sehr selten. Diese Porphyre, deren Gewicht zwischen 2,56 und 2,63 schwankt, sind der Verwitterung sehr unterworfen, und erscheinen mit sehr verschiedenem Habitus nach der relativen Menge der Einsprenglinge und der Grundmasse sowie nach den verschiedenen Stadien der Zersetzung. Ihre Lagerungsform ist theils gangartig, theils stockartig. — Die Grundmasse der grauen Porphyre ist fast stets hellgrau mit schwärzlichgrünen Puncten, etwas weniger hart als jene der rothen Porphyre, meist feinkörnig, schmilzt in scharfen Kanten zu einer weissen Masse, hat Thongeruch und braust gewöhnlich etwas mit Säuren. Als Einsprenglinge erscheinen besonders weisser, oft durchsichtiger Orthoklas; grünlich- bis gelblichweisser dichter Oligoklas; Quarz, bald reichlich, bald sparsam, oft gar nicht; ganz kleine Körner und Prismen eines dunkelgrünen weichen Minerals; grünlichgrauer Pinit, sehr häufig, besonders in den quarzreichen Varietäten; Graphit, ebenfalls häufig, meist in kleinen ungestalteten Concretionen, bisweilen auch kleine, scharf abgegränzte Partieen der Grundmasse imprägnirend. Auch diese Porphyre verwittern stark; sie sind meist regellos zerklüftet, treten stets gangförmig auf, und werden von Streng als quarzreiche und quarzarme (oder quarzfreie) Varietäten unterschieden, von denen jene das Gewicht 2,66 haben, während diese bis 2,70 wiegen. — Unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse ist man wohl berechtigt, die rothen und die grauen Porphyre des Harzes als zwei wesentlich verschiedene Gesteinsarten zu betrachten, welche wohl auch zu verschiedenen Zeiten gebildet worden sind. Streng, über die Porphyre des Harzes, im Neuen Jahrb. für Min. 1860, 129 ff., 257 ff.

Am Thüringer Walde unterscheidet Credner sechs verschiedene Porphyre, deren relatives Alter wohl noch nicht genau festgestellt ist, welche aber höchst wahrscheinlich eben so vielen verschiedenen Formationen angehören. Die erste Porphyrbildung tritt an der nordwestlichen Gränze des Schiefergebirges bei Fehrenbach auf, und zeichnet sich durch ihre ziegelrothe, feldspathreiche, dichte Grundmasse aus, in welcher sich die Quarzkörner mehr bemerkbar machen als die Feldspathkörner; an ihrer Gränze gegen den Thonschiefer entfaltet sie eine flaserige oder blätterige Structur. Die zweite Abänderung wird durch die schalige oder dünnplattenförmige Absonderung ihrer röthlichgrauen Grundmasse charakterisirt, in welcher nur ganz kleine und sparsame Krystalle von Feldspath und Quarz liegen; sie findet sich besonders ausgezeichnet bei Winterstein, bei Tabarz und an der Kniebreche bei Klein-Schmalkalden. Die dritte Abänderung, die häufigste im ganzen Gebirge, ist röthlichgrau, an der verwitterten Oberfläche graulichweiss, und ganz besonders ausgezeichnet durch die Neigung zur sphärolithischen Bildung, so dass die erbsengrossen concentrisch-schaligen Körner oft die Grundmasse verdrängen, wie am Regenberge bei Friedrichsrode und am Dellberge bei Suhl; auch entwickelt sie häufig hohle sphäroidische Drusen von Quarz und Amethyst. Eine vierte Varietät umschliesst in ihrer röthlichgrauen Thonstein-Grundmasse grosse und scharf ausgebildete Krystalle von Orthoklas und Quarz, von denen die ersteren nicht selten die Länge eines Zolls erreichen. Die fünfte Varietät ähnelt ganz dem oberen

Porphyr der Gegend von Halle; die **sechste** Varietät endlich zeichnet sich, l
sehr veränderlicher Beschaffenheit, doch stets durch eine annähernde Gleichheit d
Gehaltes an Quarz- und Feldspathkörnern aus, und bildet einen langen an inte
essanten Erscheinungen reichen Zug. — Diese sechs Porphyrbildungen umfass
jedoch keinesweges sämmtliche Varietäten des Thüringer Waldes; denn es find
sich viele, welche sich mit keiner derselben vereinigen lassen. »Diess kann au
nicht befremden, wenn man die mit den meisten Erscheinungen wohl vereinba
Ansicht gewonnen hat, dass die Porphyre des Thüringer Waldes **successi**
Producte der unterirdischen Thätigkeit sind, entstanden in dem langen Zeitraum
vom Beginn der Steinkohlenformation bis zur Ablagerung des Buntsandsteins, haup
sächlich jedoch während der Periode des Rothliegenden.« Credner, Uebersicht d
geognostischen Verhältnisse Thüringens und des Harzes, S. 62 ff. — Ueber d
Porphyre am nordwestlichen Ende des Thüringer Waldes gab Senft sehr gute Be
merkungen, aus denen sich ergiebt, dass dort besonders die zweite, die dritte un
die vierte der von Credner unterschiedenen Bildungen existiren, dass auch do
das Gebiet des Rothliegenden den Tummelplatz für die Porphyr-Eruptionen geliefe
hat, dass jedoch die Wirkungen und die Producte derselben auf das untere Roth
liegende beschränkt sind, weshalb denn Senft die Glieder des Rothliegenden al
anteporphyrische und postporphyrische unterscheidet. Zeitschr. der deutsche
geol. Ges. X, 323 ff.

Diese Beispiele dürften hinreichen, um die **Manchfaltigkeit** der oftmals in
einem und demselben Territorium beisammen vorkommenden Porphyrbildungen und
die Nothwendigkeit der Unterscheidung **vieler** verschiedener Porphyrformationen
darzuthun.

Zehnter Abschnitt.

Melaphyr-Formation.

§. 389. *Petrographische Verhältnisse.*

Wenn auch die Melaphyre noch nicht überall von den Porphyriten *oder* quarzfreien Porphyren und von gewissen Augitporphyren oder basaltähnlichen Gesteinen getrennt werden konnten, so erweisen sie sich doch in den *meisten* Gegenden ihres Vorkommens als so ganz eigenthümliche Gesteine, dass sie nothwendig zu einer selbständigen eruptiven Formation zusammengefasst werden müssen.

Zu der ausführlichen Schilderung der **petrographischen** Verhältnisse der Melaphyre, wie solche im ersten Bande S. 586 ff. gegeben worden ist, haben wir an gegenwärtigem Orte nur noch einige Bemerkungen hinzuzufügen.

Dass nicht nur die Feldspathkrystalle der körnigen und der porphyrartigen Melaphyre, sondern dass das feldspathige Substrat **aller** Melaphyre überhaupt wirklich der Species **Labrador** angehöre, diess scheint zwar durch die Analysen von Bergemann, Delesse und Kjerulf hinreichend festgestellt worden zu sein. Indessen ist später von v. Richthofen und G. Rose die Ansicht ausgesprochen worden, dass dieser Feldspath wohl Oligoklas sei.

Ihre vorwaltend aus **Labrador** (oder Oligoklas?) bestehende Grundmasse lässt allerdings eine sehr nahe Verwandtschaft mit den Doleriten und Basalten

rkennen; allein die fast gänzliche Abwesenheit des Pyroxens oder Augites begründet einen so auffallenden Unterschied, dass es wohl noch nicht rathsam ist, die Melaphyre mit den Doleriten zu vereinigen.

Diese fast gänzliche Abwesenheit des Pyroxens wird auch durch die neuesten Untersuchungen von Streng über die Melaphyre der Gegend von Ilfeld bestätigt. Die vielen von ihm analysirten Varietäten zeigen fast alle einen grösseren oder geringeren Gehalt an Wasser und Kohlensäure; zum Beweise, dass sie sich bereits in einem Zustande der Zersetzung befinden. Die Grundmasse der frischesten Varietäten ist mikrokrystallinisch, hart und spröd, schwarz, in braun, grau und grün verlaufend, und schmilzt ziemlich leicht zu einem weissen, grünen oder auch schwarzen Glase. In dieser Grundmasse sind nun gewöhnlich und oft sehr zahlreich dünn-säulenförmige oder nadelförmige Krystalle eines grünlichen, weichen, nach einer Richtung sehr vollkommen spaltbaren Minerals eingesprengt, welches in seiner Substanz am meisten mit dem Bastite oder Schillerspathe übereinstimmt, und den meisten Varietäten eine porphyrische Structur verleiht. Das specifische Gewicht dieser Varietäten schwankt von 2,62 bis 2,78. Die mandelsteinartigen Varietäten weichen zwar in der Beschaffenheit ihrer Grundmasse mehr oder weniger von den übrigen ab, sind aber mit ihnen so innig verbunden, dass sie unmöglich getrennt werden können. Aus den Analysen der frischesten Varietäten schliesst Streng, dass ihr ursprünglicher Kieselsäuregehalt 56,4 Procent und ihr Sauerstoffquotient im Mittel 0,44 beträgt. — Wenn übrigens auch bisweilen kleine Pyroxenkrystalle vorkommen, wie Girard und Bäntsch beobachtet haben, so ist doch auch in diesen Melaphyren des Harzes der Pyroxen nur als ein seltenes und sehr untergeordnetes Vorkommen zu betrachten; denn die Krystalle des bastitähnlichen Minerals lassen sich wohl nicht für weiland Pyroxenkrystalle erklären, so wenig als der Schillerspath von der Baste. — Streng spricht sich über die mineralische Zusammensetzung der Grundmasse nicht aus. Dagegen gründet G. Rose auf Strengs Analysen und auf seine eigenen mikroskopischen Untersuchungen die Folgerung, dass solche ein Gemeng von Oligoklas und Augit mit etwas Magneteisenerz und Apatit sein möge. Streng, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. X, 137 ff. und XI, 78 ff.; G. Rose, ebend. XI, 281 ff., wo auch die interessante Notiz steht, dass der Melaphyr von Lähn in Schlesien genau dieselben nadelförmigen Krystalle enthält, wie jener von Ilfeld. — Hornblende erwähnen weder Streng noch Rose als einen Gemengtheil der Harzer und Schlesischen Melaphyre, dagegen bemerkt Senft, dass in vielen Melaphyren des Thüringer Waldes kleine Hornblendkrystalle eingesprengt sind, welche er auch in ihrer Grundmasse vermuthet.

Steininger, welcher den absoluten Mangel an Augit in dem körnigen, von Warmholz sogar als Augitfels beschriebenen Melaphyre von Tholei erkannte und mit Recht hervorhob, brachte daher für diese Gesteine den Namen Tholeiit in Vorschlag. Sollte sich der, gewöhnlich nur vorausgesetzte, aber nur äusserst selten wirklich nachgewiesene Augitgehalt in den Melaphyren bestätigen, so würde in der That der Unterschied zwischen ihnen und den Doleriten, Anamesiten und Basalten äusserst unbedeutend sein und sich wesentlich nur auf eine Verschiedenheit der Bildungszeiten beschränken. Die Aehnlichkeit der Gesteine ist oft so gross, dass man zweifelhaft darüber bleiben kann, ob man den Namen Dolerit oder Melaphyr gebrauchen soll. Bedenkt man endlich, wie wenig Augit in manchen Doleriten enthalten, wie schwierig derselbe in manchen Anamesiten nachzuweisen ist, so wird man die Möglichkeit nicht in Abrede stellen wollen, dass die Melaphyre und die Dolerite ihrem Materiale nach identisch, dass sie wesentlich aus einer und derselben Quelle geflossen, und vielleicht nur auf ähnliche Weise zu beurtheilen sind, wie zweierlei, der Zeit nach verschiedene Granitformationen. Einstweilen dürfte es jedoch rathsam sein, beide noch getrennt zu lassen, bis um-

fassendere Untersuchungen jedes Bedenken gegen ihre petrographische Vereinig beseitigt haben werden. Jedenfalls aber lassen sich die Melaphyre gewissermaas als die Progonen der eigentlichen Basalte betrachten, von denen sie sich in Regel durch den Mangel an Augit unterscheiden; die augitreichen Gesteine des F sathales aber sowie die Augitporphyre von Holmestrand dürften geradezu als D rite und Basalte der mesozoischen und paläozoischen Periode zu bezeichnen sein

Wie die meisten eruptiven Formationen so lässt auch die Melaphyrforn tion wesentlich zweierlei verschiedene Gesteinsgruppen, nämlich kryst linische und klastische Gesteine unterscheiden. Zu den ersteren gehö die eigentlichen, theils körnigen, theils dichten oder porphyrartigen Melaph und die Melaphyrmandelsteine; zu den letzteren die Melaphyrconglomerate u die Melaphyrtuffe; indessen sind diese klastischen Gesteine nicht gerade sehr häufige Vorkommnisse zu betrachten, da man in vielen Gegenden nur k stallinische Gesteine, ohne Begleitung von conglomerat- oder tuffähnlichen B dungen, auftreten sieht.

Schon im ersten Bande (S. 593) wurde es hervorgehoben, dass die Melaphy eine grosse Manchfaltigkeit des petrographischen Habitus entfalte indem krystallinisch-körnige, porphyrartige, dichte und mandelsteinartige V rietäten von sehr verschiedenen Farben und verschiedenen Graden der Cons stenz durch einander vorkommen. Zuweilen sind sie so schwarz, dicht un hart, dass sie dem Basalte ganz ähnlich erscheinen*); aus dem Esterel (Dé du Var) führt Coquand auch variolithische oder sphärolithische Varietäten au deren rosenrothe bis ziegelrothe Grundmasse mit kleinen, radialfaserigen Ku- geln erfüllt ist; ja sogar hyalinische Varietäten sind hier und da beobachtet worden; denn der sogenannte Pechstein vom Weisselberge in der Pfalz kann nicht füglich von den dortigen Melaphyren getrennt werden. Dennoch aber wird es durch die aus den verschiedensten Melaphyr-Regionen gelieferten Be- obachtungen erwiesen, dass alle diese, in ihrem äusseren Habitus oft so ab- weichend erscheinenden Gesteine eine einzige, untrennbare Gesteinsfamilie aus- machen, deren Glieder nach allen Richtungen in einander übergehen und sich auch durch ihr beständiges Zusammen-Vorkommen auf das Innigste verbunden zeigen.

Wie diess schon von Faujas-de-Saint-Fond ganz allgemein behauptet wurde, so geschah es von Steininger für die Melaphyre zwischen der Saar und dem Rhein, von Zobel und v. Carnall für die Melaphyre Niederschlesiens, von Weawer für jene der Gegend von Tortworth, von Elie de Beaumont für die Melaphyre der Vogesen, und von Coquand für die des Departement du Var, welche letztere so verschieden- artig erscheinen, dass man, wie Coquand sagt, blos nach dem äusseren Ansehen fast jedes Stück für eine besondere Gesteinsart halten möchte. *Bull. de la soc. géol. 2. série, VI, p.* 296. Die krystallinisch-körnigen Melaphyre werden oft so ähnlich den Doleriten und Diabasen, dass sie nicht selten als solche, oder auch unter dem allgemeineren Namen Grünstein aufgeführt worden sind. Sehr viele, von den Geo- logen Englands und Schottlands als Grünstein, Trapp oder Basalt beschriebene Ge-

*) Doch unterscheiden sie sich von ihm durch ihr sp. Gewicht, welches 2,75 nicht überschreitet. Man kennt z. B. dergleichen Varietäten bei Cainsdorf in Sachsen, bei Tun- schendorf in Schlesien, bei St. Wendel, Braunshausen und Birkenfeld in der Pfalz.

steine sind gewiss nichts Anderes, als körniger oder dichter Melaphyr, und es bedarf noch eines sorgfältigen Studiums dieser und anderer dortiger Eruptivgesteine um sich in dem Wirrwarr orientiren zu können, welcher selbst durch so streng kritisirende Beobachter wie Macculloch in die Bestimmung derselben gebracht worden ist*).

In Niederschlesien, wo die Melaphyre eine sehr wichtige Rolle spielen, und eit fortsetzende bedeutende Bergzüge bilden, sind die einfachen, feinkörgen bis dichten Varietäten so vorherrschend, dass die mandelsteinartigen Varietaten zu den seltneren Erscheinungen gehören; Buchberg bei Landeshut, okenhübel bei Dürrkunzendorf.

Am Thüringer Walde unterscheidet Senft überhaupt normale und umewandelte Melaphyre. Die ersteren besitzen noch eine frische, mikro- oder yptokrystallinische Grundmasse, eine meist porphyrische Structur, enthalten ler weder Carbonate noch Delessit. Die umgewandelten Melaphyre haben eine chte bis erdige Grundmasse von amygdaloidischer Structur, und enthalten auer Carbonate nebst Delessit. Als die wichtigsten Varietäten führt er die folgden auf.

a) Hornblendmelaphyre, mit eingesprengten Krystallen von Labrador oder Oligoklas und seltenen kleinen Hornblendkrystallen; sie sind die eigentlichen Repräsentanten der normalen Melaphyre, und finden sich besonders am südwestlichen Rande des Gebirges, bei Schweina im Thüringer Thale und im Drusethale.

b) Glimmermelaphyre; die mit Carbonaten schon mehr oder weniger imprägnirte, oft auch durch Delessit gefärbte Grundmasse enthält zahlreiche schwarzbraune Glimmertafeln, auch nicht selten einzelne Hornblendnadeln; diese Varietäten bilden den Uebergang aus den normalen in die umgewandelten Melaphyre, und finden sich mehr in der Mitte des Gebirges, bei Suhla und Vessra.

c) Delessitmelaphyre; die Grundmasse ist mit Blasenräumen erfüllt, in welchen die Producte der Zersetzung als Delessit, Calcit, Siderit, Quarz, Eisenglanz abgesetzt wurden; sie repräsentiren die umgewandelten Melaphyre und kommen mehr am nordöstlichen Rande des Gebirges, von Ilmenau gegen Reinhardsbrunn vor. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. X, 315 ff.

In dem für das Studium der Melaphyre classisch gewordenen Territorio zwischen der Saar und dem Rheine am südlichen Fusse des Hunsrück finden sich fast alle möglichen Varietäten, unter welchen nach Steininger und v. Dechen besonders folgende wichtig sind:

a) grobkörnige Melaphyre, mit wohl erkennbaren Labradorkrystallen, aber ohne eine Spur von Augit; am Schaumberge bei Tholei;

*) Wir bescheiden uns daher gern, dass vielleicht manche der weiter unten als Melaphyre angeführten Trappe eigentlich der Basaltformation angehören. Bei der Unbestimmtheit des Wortes Trapp (man denke nur an Maccullochs Trappfamilie), und bei der gewöhnlichen Mangelhaftigkeit der petrographischen Beschreibung lassen uns die englischen Geologen oft ganz in Zweifel darüber, welches Gestein eigentlich zu verstehen sei.

b) kleinkörnige Melaphyre von grünlichschwarzer Farbe; sie komm
häufig vor, und werden durch das von Bergemann analysirte Gest
vom Martinsteine bei Kirn repräsentirt;
c) sehr feinkörnige bis dichte Melaphyre von schwarzen Farb
häufig;
d) dichte bis erdige Melaphyre mit braunrother bis röthlichgra
Grundmasse; ganz besonders häufig.

Die beiden letzteren Varietäten sind nicht selten porphyrartig, sämmtlichen Varietäten aber oftmals mandelsteinartig ausgebildet, ol dabei immer eine wesentliche Veränderung wahrnehmen zu lassen. Da es jed besonders die Varietäten mit erdiger und weicher Grundmasse sind, welche zahlreichsten Mandeln zu enthalten pflegen, so ist wohl anzunehmen, dass ihnen die Grundmasse ganz vorzüglich jenen Zersetzungen unterworfen w durch welche das Material der Mandeln geliefert wurde. Gewöhnlich enthal diese Mandelsteine nur kleine, etwa erbsen- bis bohnengrosse Mandeln v Kalkspath oder Braunspath, nebst Delessit oder Grünerde, während die grös ren, aus kieseligen Mineralien bestehenden Mandeln nur stellenweise und stric weise vorkommen. Diese letzteren liefern die bekannten Achate, welche der Gegend von Oberstein geschliffen werden.

Die meisten Achatkugeln werden daselbst aus dem lockeren Boden gegrab in welchen sie aus dem zerstörten Mandelsteine gelangt sind; andere werden a dem frischen Gesteine gebrochen; es sind über 40 Schleifmühlen im Gange, v denen 35 im Thale bei Idar liegen.

Die grösseren Achatmandeln der Melaphyre zeigen oftmals eine so viel fältige Zusammensetzung und so verschiedene Formen und Structuren, dass si für die Theorie der Mandelbildung überhaupt eine besondere Wichtigkeit er langt haben. Man ist gegenwärtig fast allgemein einverstanden darüber, das die Mandeln und Geoden Ausfüllungsmassen von Blasenräumen sind, welche in nerhalb des noch zähflüssigen Gesteins-Materials durch Gase oder Dämpfe auf gebläht, später aber und erst nach der Erstarrung des Gesteins von verschie denen Mineralien allmälig erfüllt wurden.

Fournet stellte jedoch die Ansicht auf, dass sich die Mandeln schon im Innern der Erde, also vor und während der Eruption, fertig gebildet innerhalb der noc zähflüssigen Gesteinsmasse befanden, und dass alle Theile derselben gleichzei tig aus dieser Gesteinsmasse ausgeschieden worden seien. Aus den Drückungen und Quetschungen, welche diese feurigflüssigen Concretionen während der gewalt samen Bewegungen der Eruption erlitten, erklärt er die mancherlei Unregelmässig keiten ihrer Configuration. Indessen dürfte diese Ansicht wohl eben so wenig für sich haben, als jene Hypothese, dass die Achatmandeln ursprünglich aus Schwefel- silicium bestanden, welches durch Wasser in kieselige Mineralien verwandelt wor- den sei. Auch Faujas-de-Saint-Fond hielt die Mandeln für gleichzeitige Concre- tions- oder Secretions-Bildungen, und sprach sich entschieden gegen die Infiltra- tions-Theorie aus. — In neuerer Zeit sind über die Mandelbildung von Nöggerath und Kenngott treffliche Abhandlungen geliefert worden. Nöggerath, in Haidinger's Naturwissenschaftlichen Abhandlungen, III, 1. Abth. S. 93 ff. und 2. Abth. S. 147 ff. Kenngott, ebendaselbst, IV, 2. Abth. S. 71 ff. Auch Streng giebt in seiner oben er-

tirten Abhandlung S. 164 ff. sehr lehrreiche, auf die Resultate chemischer Analysen gegründete Betrachtungen über die Vorgänge der Mandelbildung in den Melaphyren von Ilfeld.

Die Form der Mandeln war besonders abhängig von der Viscosität und von er Bewegungsart des Gesteins-Materiales. Die anfängliche Kugelform, welche in den kleineren Mandeln oft noch recht vollkommen erhalten ist, wird, amal bei den grösseren Blasenräumen, durch die mit der Bewegung verbunene Streckung eine Verlängerung und, wenn diese Bewegung aufwärts ergte, eine nach unten gerichtete Zuspitzung erlitten haben, während der ruck der Massen zugleich eine laterale Compression verursachte. So ginn denn, bei geradliniger und regelmässiger Bewegung des Gesteins-Materias, die Kugeln durch langgestreckte Ellipsoide in birnförmige und mandelförige, am unteren Ende zugeschärfte Gestalten über, deren Längsaxen und pssste Durchschnittsflächen in solchem Falle einen mehr oder weniger auffalnden Parallelismus zeigen werden*). Weil aber die Bewegung des Gesteins-Materiales in den meisten Fällen keine regelmässige und geradlinige, sondern ne unregelmässig fluctuirende und durch einander wogende Bewegung gewesen in wird, so begreift man, dass die Mandeln gar häufig sehr regellose Gestalen und Positionen erhalten mussten.

Daher sieht man oft seltsam gewundene und verdrehte, breit gedrückte, sattelförmig gebogene oder theilweise eingestülpte Mandeln; daher kommt es, dass selbst die langgestreckten Blasenräume einen Parallelismus ihrer Axen nur selten durch grössere Gesteinsmassen verfolgen lassen, dass sie oft in grosser Verwirrung durch einander gewunden sind; wie denn überhaupt die häufige Unregelmässigkeit der Form, Lage und Gruppirung der Blasenräume auf eine grosse innere Bewegung schliessen lässt, in welcher sich das Material der Mandelsteine vor und während seiner Erstarrung befunden haben muss. Zuweilen wurden zwei, drei oder mehre Blasenräume dergestalt an einander gepresst, dass sie theilweise zusammenflossen, und theilweise gesondert blieben, wodurch Zwillings-, Drillingsmandeln u. s. w. entstanden. Nöggerath, a. a. O. S. 95.

Nach der Abkühlung und Erstarrung des Gesteins können die Blasenräume von Zerklüftungen und damit verbundenen Verwerfungen betroffen, oder auch, durch einen Abbruch von ihren Wänden, mit Gesteinsbrocken versehen worden sein; Erscheinungen, welche zwar nur selten nachgewiesen worden, aber deshalb von Wichtigkeit sind, weil sie den Beweis liefern, dass die Blasenräume anfangs wirklich leer waren, und dass ihre Ausfüllung erst nach der Festwerdung des Gesteins begonnen hat.

Die Bestandtheile der Ausfüllungs-Mineralien sind allmälig, im Zustande wässeriger Auflösung, und wahrscheinlich unter Mitwirkung kohlensaurer Mineralwasser in die Blasenräume eingeführt worden; die Ausfüllung der grösseren Blasenräume erforderte daher eine geraume Zeit, während welcher, durch

---

*) Wurde die Bewegung sistirt und war das Material noch hinreichend flüssig, so werden die Blasenräume, wie Cotta gezeigt hat, nach unten nicht zugespitzt, sondern abgeplattet und selbst etwas eingedrückt worden sein, weil der Druck von unten etwas stärker auf sie wirkte, als von oben. Cotta, Grundriss der Geognosie und Geologie, S. 123.

Veränderungen in der Beschaffenheit und Temperatur dieser Mineralwasser, eine Succession verschiedener Bildungen Statt finden konnte.

Ueber die eigentliche Bildungsstätte dieser, in die Blasenräume eingeführten Solutionen, und über die Art und Weise ihrer Einführung sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden, indem man sich die Mineralstoffe entweder unmittelbar aus dem Melaphyre selbst ausgelaugt, oder mittelbar von aussen herzugeführt dachte, und indem man theils eine locale Instillation an einzelnen Punkten, theils eine allgemeine Infiltration (oder Insudation) an der ganzen Innenfläche des Blasenraumes voraussetzte. Die Erscheinungen welche uns die grösseren und zusammengesetzteren Mandeln vorführen, machen es wahrscheinlich, dass diese verschiedenen Voraussetzungen zugleich erfüllt gewesen sind. Die in den Melaphyr eingedrungenen Wasser mögen schon einige Mineralstoffe enthalten haben, während sie wohl die meisten erst bei ihrem Durchgange durch das Gestein aufnahmen, und sie mögen anfangs auf der ganzen Fläche des Blasenraumes eingedrungen sein, während sie später nur noch an einzelnen Instillationspunkten einzutreten vermochten. Diese Einführungs-Canäle oder sogenannten Infiltrationspunkte sind in den durchschliffenen Achatmandeln bisweilen sehr deutlich zu erkennen.

Auch in den grösseren Mandeln ist es häufig eine Haut von Grünerde oder Delessit, mit welcher die ganze Bildung eröffnet wurde; darauf folgt gewöhnlich eine mehr oder weniger starke, aus zahlreichen feinen Lagen bestehende und daher gebändert erscheinende Ablagerung von Chalcedon, zwischen welchen sich oft körniger Kalkspath oder Braunspath stellenweise eingedrängt hat; darüber erscheinen mehr krystallinische Quarzgebilde, Bergkrystall und Amethyst, die nicht selten von einzelnen Kalkspathkrystallen begleitet werden; endlich finden sich noch bisweilen Zeolithe und mancherlei andere Mineralien ein, von welchen besonders Prehnit, Datolith, Epidot*), Göthit (oder Nadeleisenerz) und Rotheisenerz zu erwähnen sind. Je nachdem die Ausfüllung des Blasenraumes mehr oder weniger rasch erfolgte, finden sich nun entweder einige, oder alle dieser successiven Bildungen, welche in der Mitte oftmals noch einen hohlen Raum lassen, der als Krystalldruse oder als Stalaktitendruse ausgebildet ist.

Eine allgemeine Infiltration oder eine locale Instillation von Kieselgallert scheint bei den Achatmandeln unmittelbar nach der Bildung der Delessitkruste eingetreten zu sein. Die Carbonate von Kalkerde, Magnesia und Eisenoxydul wurden durch denselben Zersetzungsprocess geliefert, welcher die Kieselgallert erzeugt hatte, und wahrscheinlich in einer Einwirkung kohlensaurer Wasser begründet war, die den Melaphyr stellenweise durchdrangen, und die Gemengtheile seiner Grundmasse in Angriff nahmen. Der Delessit und der Kalkspath, welche die kleineren Mandeln oft allein constituiren, mögen durch ähnliche Zersetzungsprocesse geliefert worden sein. Nachdem in der Kieselgallert das zur Chalcedonbildung erforderliche Material abgesetzt worden war, schoss krystallinische Kieselerde als Quarz und Amethyst

*) Im Ontonagon-Districte am Superior-See ist dem Melaphyre so viel Epidot beigemengt, dass sich das Gestein oft als ein Epidosit darstellt, welcher ganze Berge bildet.

aus der den Blasenraum erfüllenden Flüssigkeit an, bis endlich, bei allmälig verminderterm Kieselgehalte, Zeolithe und andere Silicate zur Ausbildung gelangten.

Zu den merkwürdigen und vielfach discutirten Einschlüssen der Blasenräume gehören auch die sogenannten Moosachate oder Mokkasteine, d. h. Chalcedone mit grünen oder braunen Dendriten, welche eine täuschende Aehnlichkeit mit wirklichen Pflanzenformen besitzen, und daher von Vielen dafür erklärt worden sind. Indessen haben besonders Adolph Brongniart, Ulex und Göppert die Unzulässigkeit dieser Ansicht dargethan*). Diese problematischen Gebilde sind wohl nur eine eigenthümliche Art von Dendriten, welche sich nicht auf Klüften, wie die gewöhnlichen Dendriten, sondern innerhalb der noch weichen Kieselgallert nach sehr verschiedenen Richtungen hin entwickelten, indem das Wasser, welches die Bestandtheile des Delessites, des Göthites u. a. Mineralien aufgelöst hielt, durch diese Kieselgallert hindurchschwitzte. Gergens hat sogar künstlich ganz ähnliche Bildungen im Wasserglase dargestellt, und dadurch den Beweis für die Richtigkeit der Ansicht geliefert, dass man es nur mit körperlichen, d. h. nicht in einer Ebene ausgebreiteten, Dendriten zu thun hat. Neues Jahrb. für Min. 1858, S. 801 ff.

Interessant ist das nicht seltene Vorkommen von Kupfererzen und selbst von gediegenem Kupfer in den Melaphyren. So finden sich an mehren Punkten des Pfälzer Melaphyrgebietes (wie z. B. bei Düppenweiler, Wahlhausen und Castell) Malachit, Kupfergrün, z. Th. auch Kupferlasur und Kupferglanz auf Trümern und kleinen Gängen, welche das Gestein nach verschiedenen Richtungen durchsetzen. Bei Baumholder ist auch gediegenes Kupfer vorgekommen; dasselbe findet sich in erstaunlichen Quantitäten und mitunter begleitet von gediegenem Silber am Kewenaw-Point und im Ontonagon-District am Superior-See in Nordamerika, sowohl in den Höhlungen und Blasenräumen, als auch derb, eingesprengt, in Adern und auf gangartigen Lagerstätten innerhalb des dortigen Melaphyrs, welcher ausserdem bis 3 Fuss mächtige Gänge von Datolith oder Prehnit umschliesst, die gleichfalls Kupfererze enthalten. Auch Eisenerze und Manganerze sind in vielen Melaphyren bekannt**).

Ausser den eigentlichen Mandeln und Geoden umschliessen die Melaphyre sehr häufig Nester, Adern, Trümer, Lagen und kleine Gänge, welche wesentlich von denselben Mineralien und insbesondere von Chalcedon, Jaspis, Amethyst und Achat, oder von Kalkspath und Braunspath gebildet werden***), und deren Materialien auch grösstentheils auf dieselbe Weise, d. h. durch Zersetzung und Auslaugung des Melaphyrs geliefert worden sein dürften. Dass aber auch einige der auf diesen Lagerstätten vorkommenden Mineralien aus anderen Quellen abgeleitet werden müssen, dafür sprechen z. B. die be-

*) Wir verweisen auf die treffliche Abhandlung Göpperts, in den Verhandlungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur vom Jahre 1847, S. 135 ff. Auch Ehrenberg erklärte die Einschlüsse der Moosachate für dendritenähnliche anorganische Gebilde.

**) Der mitunter bis über 10 p. C. betragende Zinkgehalt der Melaphyre von Krzeszowice in Polen stammt offenbar aus dem z. Th. darüber liegenden erzführenden Kalkstein der Muschelkalkformation. Krug v. Nidda in Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. II S. 208.

***) Nöggerath a. a. O. S. 98, und v. Dechen, Verhandlungen des naturhistor. Vereins der Rheinlande, 1849, S. 61 ff.

deutenden Massen von Kupfer und Silber in den Melaphyren des Superior-Se
welche doch unmöglich aus dem Nebengesteine derivirt werden können.

Die klastischen Gesteine der Melaphyrformation erscheinen theils
Breccien und Conglomerate, theils als Melaphyrtuffe; die ersteren l
stehen aus Bruchstücken von Melaphyr und von anderen Gesteinen, welche ı
mittelbar an einander gekittet oder auch durch Melaphyrtaig verbunden sii
die letzteren werden wesentlich von kleineren Fragmenten und von feiner
Melaphyrschutte gebildet. Diese Bildungen pflegen in der Nachbarschaft o
dicht an der Gränze der Melaphyr-Ablagerungen vorzukommen, entbehren
wöhnlich aller Schichtung, und müssen wohl als Reibungsproducte betrach
werden. Von ihnen sind die im Rothliegenden nicht selten vorkommenden,
Melaphyrgeröllen bestehenden Conglomeratschichten sorgfältig zu unterscheid

Leopold v. Buch beschrieb das Melaphyrconglomerat von Friedrichsrode
Thüringer Walde als ein schwarzes, schwammiges, schlackenähnliches Geste
dem auch Granitfragmente beigemengt sind, in dem man vergeblich nach Spu
von Schichtung sucht, und welches den Melaphyr auf eine solche Weise begleit
dass man berechtigt ist, es als ein ihm eigenthümliches, durch Reibung gebilde
und weit aus der Tiefe herauf gebrachtes Gestein zu betrachten. Eben so schild
er dasselbe Gestein bei Friedrichsanfang als ein Conglomerat gewaltiger Blöcke u
feiner Körner ohne Ordnung durch einander, die Stücke wenig gerundet u
nirgends mit ihren breiteren Flächen gleichlaufend; das Alles sieht schwarz a
und finster; nichts von Schichtung ist sichtbar, wohl aber giebt sich eine sen
rechte Zerspaltung zu erkennen. Die Stücke dieses Conglomerates bestehen grö
tentheils aus Melaphyr, weniger aus blasigem rothen Porphyr *). In der Pfalz ken
man Melaphyr- oder Trapp-Conglomerate an mehren Punkten, wie z. B. in de
Thälern östlich von Baumholder, bei Wieselbach und bei Weierbach, an welche
letzteren Orte eine mächtige Ablagerung auf Mandelstein ruht und wiederum vo
grünsteinähnlichem Melaphyr bedeckt wird.

Die Melaphyre zeigen gewöhnlich eine unregelmässig polyëdrische Abson
derung; auch kommt eine plattenförmige und eine bankförmige Abson
derung vor, welche letztere nicht selten das Ansehen einer undeutlichen mäch
tigen Schichtung gewinnt; viele und namentlich die körnigen Varietäten unter
liegen bei der Verwitterung einer sphäroidischen und concentrisch-schalige
Absonderung, während fast alle Varietäten unter gewissen Umständen ein
prismatische oder säulenförmige Absonderung entfalten, welche jedoc
selten eine solche Regelmässigkeit erreicht, wie sie bei den Basalten so häufi
angetroffen wird.

Nach Hoffmann ist der Melaphyr von Ilfeld am Harze oft in grosse vertical
Tafeln oder Bänke zerklüftet, zeigt aber auch hier und da schöne, concentrisch
schalige Kugeln. Nach Merian, Warmholz und Steininger sind plattenförmige, säu-
lenförmige und kugelige Absonderungen in dem Melaphyrgebiete an der Südseite
des Hunsrück nicht selten; bei Desdorf z. B. sind die Säulen 1 bis 3 Fuss dick
und transversal gegliedert, bei Tholei aber erscheint der körnige Melaphyr in ho-

---

*) Leonhard's Mineral. Taschenbuch für 124, S. 4841 und 460. Nach Cotta ist jedoch
dieses Conglomerat bei Friedrichsrode dem Sandstein des Rothliegenden aufgelagert. Neues
Jahrbuch für Min. 1848, S. 133.

rizontale Bänke getheilt, welche durch die Verwitterung eine concentrisch schalige Exfoliation entwickeln, deren Kugeln oft mehre Fuss im Durchmesser haben. Dieselbe Absonderung kommt am Thüringer Walde im Mehliser Grunde vor. Boué erwähnt von Dunbar in Schottland Säulen, deren jede zu einer Reihe von Kugeln aufgelöst ist. Der basaltähnliche Melaphyr von Cainsdorf bei Zwickau ist nach v. Gutbier schön säulenförmig abgesondert, und ein senkrechter Melaphyrgang im Mühlenthale bei Elbingerode ist nach Hausmann in horizontale Prismen zerklüftet*).

In seinen Reliefformen stimmt der Melaphyr mit den Porphyren, Grünsteinen und mit anderen eruptiven Formationen überein; er bildet daher Hügel, Berge und Kämme, welche über ihre Umgebungen aufragen, oft schroffe Felswände und da, wo sie von Flüssen und Bächen durchschnitten werden, enge Schluchten und felsige Thäler entfalten.

So zeigt das am südlichen Fusse des Hunsrück, von Düppenweiler bis nach Kreuznach auf 12 Meilen Länge ausgedehnte und zwischen St. Wendel, Birkenfeld, Kirn und Grumbach über mehre Quadratmeilen verbreitete Melaphyr-Territorium viele hohe Bergkuppen und wallartig fortziehende Kämme, in welchen die Glan und die Nahe etwa 1000 Fuss tief einschneiden, und enge schroffe Felsenthäler bilden.

§. 390. *Geotektonische Verhältnisse der Melaphyre.*

Die Melaphyre sind durch ihre Lagerungsformen eben so wie durch ihre übrigen geotektonischen Verhältnisse so ganz entschieden als eruptive Gesteine charakterisirt, dass über ihre eigentliche Bildungsweise kein Zweifel aufkommen kann**). Sie treten nicht selten in Gängen auf, welche, sedimentäre Schichtensysteme durchschneidend, den evidenten Beweis ihrer plutonischen Abkunft liefern, bisweilen mit Lagern in unmittelbarem Zusammenhange stehen, und auch bei allen übrigen Gebirgsgliedern vorausgesetzt werden müssen, es mögen dieselben als Lager, Decken, Stöcke oder Kuppen erscheinen.

Schon vorhin wurde eines Melaphyrganges bei Elbingerode gedacht; derselbe ist etwa 12 Schritt breit, streicht senkrecht in nordsüdlicher Richtung durch den devonischen Kalkstein, und besteht aus einem schwarzen, ziemlich dichten Gesteine mit Labradorkrystallen und etwas eingesprengtem Eisenkies. Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges, S. 128. Bei Planitz unweit Zwickau in Sachsen sollen

---

*) Diese allerdings etwas eigenthümlich erscheinenden porphyrartigen Melaphyre der Gegend von Elbingerode hat Streng einer genauen mineralogischen und chemischen Untersuchung unterworfen, aus welcher hervorgeht, dass ihr spec. Gewicht = 2,76 bis 2,80, ihre Härte = 5 bis 6 ist, dass sie eine schwarze krystallinisch-feinkörnige Grundmasse besitzen, welche in scharfen Kanten leicht zu einem Glase schmilzt, und dass in dieser Grundmasse Krystalle von Labrador, kleine säulenförmige Krystalle eines dunkelgrünen bis schwarzen, weichen, zwar augitähnlichen aber doch verschiedenen Minerals, und kleine Pyritkörner enthalten sind. Die allgemeine Substanz des Gesteins stimmt so nahe überein mit jener des Melaphyrs von Ilfeld, dass Streng keinen Anstand nehmen würde, dasselbe für Melaphyr zu erklären, wenn nicht seine Einsprenglinge von denen der Ilfelder Gesteine verschieden wären. Neues Jahrb. für Min. 1860, 385 ff. Vielleicht dürfte dieses Bedenken durch eine Vergleichung mit den körnigen und porphyrartigen Melaphyren des Nahethales gehoben werden.

**) Desungeachtet hat man auch für sie bisweilen die Ansicht geltend zu machen versucht, dass sie als metamorphische Bildungen aus diesen oder jenen Gebirgsschichten entstanden seien! —

nach Martini im Steinkohlengebirge, unter der Melaphyrdecke des Rothliegende Melaphyrgänge getroffen worden sein; und auch bei Oberhohndorf auf dem recl ten Muldenufer ist die Ausbruchsspalte des Melaphyr nachgewiesen worden. E gelhardt, in der berg- und hüttenmänn. Zeitung 1844, S. 491 und 543. In de Melaphyrgebiete an der Südseite des Hunsrück sind mehrorts Gänge bekann Warmholz erwähnt dergleichen zwischen Thelei und Sellbach, wo ein feinkörnig Melaphyr die Schichten des Kohlensandsteins durchschneidet; bei dem Nauweil Hofe, südlich von Sulzbach, tritt ein Melaphyrgang auf, welcher, fast auf 15 Lachter weit aufgeschlossen, an dem genannten Orte 24 Fuss mächtig ist, und v Tage herein steil niedersetzt, dann aber ein den Schichten des Kohlengebirges p ralleles Fallen von etwa 40° in NW. annimmt. Bei Krebsweiler setzt ein 2 bis 3 Fu mächtiger Gang auf, welcher oben 80° in Süd fällt, weiter abwärts aber eine d Schichten parallele Lage behauptet; auch bei Kusel durchschneidet ein mehre Lac ter mächtiger Gang senkrecht die unter 20° geneigten Schichten der Steinkohle formation. Karstens Archiv, X, 1837, S. 386 ff. Steininger gedenkt eines 10 Fu mächtigen Ganges, welcher bei Meissenheim das Kohlengebirge senkrecht durcl setzt. Ueberhaupt sind nach v. Dechen die Gänge in diesem interessanten Melaphy districte weit häufiger, als man sonst glaubte, obwohl das lagerartige Vorkomme auch dort als das gewöhnlichere zu betrachten sein dürfte. Interessante Melaphy gänge aus dem Thüringer Walde wurden von Senft beschrieben und abgebildet i Zeitschrift der deutschen geol. Ges. X, 314 ff.

Bisweilen erlangen die Melaphyrgänge wahrhaft colossale Dimensionen, gehe dann aber nach oben stellenweise in andere Gebirgsglieder, in Decken und Kuppe über, und bilden förmliche kleine Gebirgsketten. Dies ist z. B. der Fall mit jener 130 engl. Meilen langen Trappkette, welche an der Nordwestküste Neuschottlands längs der Fundybai, vom Cap Blomidon bis nach Briar Island, wie eine Mauer fast geradlinig fortzieht, nirgends über 3 Meilen, und stellenweise kaum 1 Meile breit ist; auf der Seeseite, wo sie beständig von den hohen Fluthen der Fundybai gepeitscht wird, zeigt sie schroffe Felswände und prächtige Colonnaden von senkrechten Säulen, zum Beweise, dass ihre Massen deckenartig ausgebreitet sind; desungeachtet aber muss wohl diese Kette nach unten in ihrer ganzen Länge mit einem Gange zusammenhängen. Vielleicht ist jener Trappgang im nördlichen England, welcher sich von Cock-field-fell in Durham bis zu den Sneaton-moors in Yorkshire 60 engl. Meilen weit verfolgen lässt, während er gewöhnlich nur eine Mächtigkeit von 60 Fuss besitzt, gleichfalls der Melaphyrformation beizurechnen.

Lager und **Decken** sind zwar als die **gewöhnlichen** Lagerungsformen der Melaphyre zu betrachten, geben sich jedoch durch die oftmals mit ihnen zusammenhängenden Gänge theils als **effusive**, theils als **intrusive** lagerartige Gebirgsglieder zu erkennen. Ihre Einlagerung zwischen, oder ihre *Auflagerung* über den Schichten derjenigen Sedimentformationen, in deren Gebiete sie vorkommen, ist bisweilen so regelmässig, dass man sie leicht für *wesentliche* Gebirgsglieder dieser Formationen halten könnte, wenn nicht ihre hier und da vorkommenden abnormen Verbandverhältnisse, ihre bisweiligen Ausbiegungen zu durchgreifender Lagerung, und ihre oft nachzuweisenden gangartigen Absenker die Richtigkeit der Ansicht bekräftigten, welche ja schon durch die mineralische Zusammensetzung des Gesteins bewiesen wird; der Ansicht nämlich, dass alle diese lagerhaften Melaphyrmassen für eruptive Bildungen angesprochen werden müssen. Diese Lager und Decken lassen oftmals eine prismatische Absonderung erkennen, welche deshalb sehr auffallend ist, weil die Prismen recht-

winkelig gegen die Schichten der einschliessenden oder unterteufenden Gesteine stehen. Wo eine Melaphyr-Ablagerung in verticale Prismen abgesondert ist, da wird man allemal berechtigt sein, eine horizontal ausgebreitete Decke oder ein dergleichen Lager vorauszusetzen.

Bei Planitz, unweit Zwickau in Sachsen, bildet der Melaphyrmandelstein eine dem Rothliegenden ziemlich regelmässig eingeschaltete Decke, deren Auflagerung auf der unteren Etage dieser Sandsteinbildung weithin sehr deutlich verfolgt werden kann. Eben so ist der Melaphyr im Mansfeldischen der oberen Etage des Rothliegenden ganz gleichförmig eingelagert, wie sich z. B. im Johann-Friedrich- und im Zabenstädter Stollen, östlich vom Welbisholze, deutlich beobachten lässt. Karstens Archiv, Bd. IX, S. 327.

Dass auch die vielbesprochene Melaphyrbildung von Ilfeld in der Hauptsache als eine mächtige, dem Rothliegenden eingelagerte Decke betrachtet werden muss, diess habe ich in einer Abhandlung über das dortige Melaphyrgebiet gezeigt. Neues Jahrb. für Min. 1860, S. 12 ff. Natürlich wird aber auch d i e s e Decke irgendwo mit g a n g artigen Gebirgsgliedern in die Tiefe hinabgreifen. — Nach Porth bilden die Melaphyre im nordöstlichen Böhmen gleichfalls Lager im Rothliegenden, welche theils als regelmässig eingeschaltete effusive Decken, theils als intrusive Lager zu betrachten sind. Diess bestätigt F. Römer, welcher im Eisenbahn-Einschnitte bei Liebenau auf das Bestimmteste beobachtete, dass die Melaphyre als mächtige Lager dem Rothliegenden eingeschaltet sind. Neues Jahrb. für Min. 1858, S. 554. — Stur bemerkt, dass der dem Rothliegenden entsprechende rothe Sandstein der Karpathen an vielen Orten Einlagerungen von Melaphyr enthält, welche mit der Sandsteinbildung zu e i n e m Ganzen verbunden sind. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, XI, 1860, S. 139.

Ueber die lagerartigen Vorkommnisse der Melaphyre in der Steinkohlenformation der Pfalz hat Merian schon im Jahre 1820 interessante Beobachtungen mitgetheilt. Steininger findet ihre Erklärung ganz richtig in Melaphyr g ä n g e n, und bemerkt, dass sich ebendaselbst die Melaphyre auch ü b e r dem Kohlengebirge in mächtigen Ueberdeckungen ausbreiten. Geogn. Beschr. des Landes zwischen der Saar und dem Rheine, 1840, S. 97. Diess ist später durch v. Dechen vollkommen bestätigt worden. — Die Melaphyr-Ablagerung von Exeter, eine von den wenigen eruptiven Bildungen, welche im Gebiete des englischen Rothliegenden bekannt sind, ist nach Conybeare dieser Sandsteinformation eingelagert, mit welcher sie sogar durch Wechsellagerung verbunden sein soll. Aus der Gegend von Tortworth in Gloucestershire, wo gleichfalls sehr ausgezeichnete Melaphyre vorkommen, beschrieb Weawer viele lagerartige Vorkommnisse, von denen jedoch Buckland und Conybeare gezeigt haben, dass sie mit Gängen im genauesten Zusammenhange stehen. *Trans. of the geol. soc. 2. series, I, p.* 248 und 332. In dem Steinkohlenreviere von Wolverhampton (Staffordshire) ist der Melaphyr, oder *greenrock* der dasigen Bergleute, in den Rowley-Hills über Tage auf zwei engl. Meilen Länge und 1½ Meilen Breite ausgedehnt; seine unterirdische Ausbreitung ist aber noch weit grösser, und wird von Blackwell als ein Trapplager von sehr verschiedener Mächtigkeit und unregelmässiger Einlagerung beschrieben, welches von den Rowley-Hills 9 Meilen weit bis nach Errington-Brickyard fortzieht, zwischen Wednesfield und Birch-Hills 4 Meilen Breite gewinnt, und überhaupt 25 engl. Quadratmeilen einnimmt; stellenweise gehen viele Gänge von ihm ab, welche sich oft seitwärts verzweigen, wie denn überhaupt das ganze Lager als ein intrusives Gebirgsglied betrachtet wird. Die berühmten Toadstone-Lager in Derbyshire sind ebenfalls Melaphyrlager, welche wohl auf ähnliche Weise beurtheilt werden müssen; sie lie-

gen im Kohlenkalksteine, welcher durch diese intrusiven Einschaltungen in mel Etagen gesondert wird.

Der Melaphyr bildet endlich auch zuweilen Stöcke, Kuppen und lan gestreckte Kämme, welche letztere bisweilen zu förmlichen, stetig fortlaufe den Bergketten anschwellen, und sich dann als die Ausstriche und oberfläc lichen Ausbreitungen mächtiger und weit fortsetzender Gänge oder Lager zu e kennen geben; wie denn überhaupt auch für diese Lagerungsformen, sofern s nicht blos kuppenartige Ueberreste oder Ausstriche von Decken und Lagern sin in allen Fällen nach unten ein Zusammenhang mit gangartigen Gebirgsgliede vorausgesetzt werden muss.

In der grossen Melaphyr-Region des Nahethales, am Thüringer Walde, sowie Niederschlesien sind dergleichen Kuppen und Kämme von Melaphyr eine ganz g wöhnliche Erscheinung; man kennt sie aber in den meisten Melaphyr-Regionen.

Zum Schlusse dieser Betrachtung über die Lagerungsformen der Melaphyre mög noch einige Bemerkungen von v. Dechen*) über das Vorkommen dieser Gestei an der Südseite des Hunsrück eingeschaltet werden, weil gerade diese ausgezeic nete Melaphyr-Region genauer als irgend eine andere nach allen ihren Verhäl nissen untersucht worden ist. Die Melaphyre oder Trappgesteine treten daselbst vier verschiedenen Lagerungsformen auf.

1) Gänge; 4 bis 40 Fuss mächtig, als regelmässige Parallelmassen z. Th. fa eine Meile weit fortsetzend, in der Regel steil oder fast senkrecht, die Schichten d Steinkohlenformation sehr scharf durchschneidend, bisweilen Fragmente des Nebe gesteins umschliessend, welche oft verändert sind, während das anstehende Ne bengestein gewöhnlich ganz unverändert erscheint; an den Salbändern dies Gänge ist der Trapp gewöhnlich plattenförmig, in der Mitte prismatisch abgeso dert, wobei die Prismen rechtwinkelig gegen die Gangfläche liegen.

2) Lager; von 5 bis 200 Fuss Mächtigkeit, und einigen hundert Fuss bi über zwei Meilen Erstreckung; so weit die Beobachtung reicht, liegen sie gleich förmig zwischen den Schichten des Kohlengebirges, welche an vielen Punkten gan unverändert geblieben sind. An einigen Stellen kommen mehre Lager ziemlic nahe übereinander vor, an anderen erscheinen sie einzeln. Gewöhnlich sind si rechtwinkelig gegen die Schichtung zerklüftet oder auch regelmässig säulenförmi abgesondert. Bei weitem die grösste Anzahl der im Kohlengebirge der Nahe un Saar vorkommenden Trappmassen findet sich in dieser Form.

3) Decken. Die genannte Gegend hat eine sehr merkwürdige Trapp- ode Melaphyrdecke aufzuweisen, welche bei einer Ausdehnung von vielen Quadratmei len, den obersten Schichten der Steinkohlenformation überall gleichförmig aufge lagert ist, während sie vom Rothliegenden bedeckt wird. Diese grosse Trappdeck ist weit reicher an Mandelsteinen, als es die kleineren Gebirgsglieder sind, un wird auch aufwärts von eigenthümlichen Thonsteinen und von Mandelstein-Con glomeraten begleitet.

4) Stöcke, oder unregelmässig gestaltete Durchbruchsmassen; man kenn deren nur wenige, welche durch das Abstossen der angränzenden Schichten al Gangstöcke bezeichnet sind, obgleich auch stellenweise ihre Begränzungsflächen den Schichten parallel liegen.

Wie alle eruptiven Gesteine so umschliessen auch die Melaphyre nicht selten Fragmente der von ihnen durchbrochenen Gesteine; auch kommen

*) Mitgetheilt in Bischof's Lehrb. der chem. u. phys. Geologie, II, S 769 f.

dergleichen Fragmente in den Melaphyr-Breccien und Conglomeraten vor, an deren Bildung sie bisweilen einen wesentlichen Antheil nehmen.

Der grüne Melaphyrmandelstein bei Vielau unweit Zwickau enthält mitunter Thonschieferfragmente. Nach Warmholz soll der Melaphyr bei Dachstuhl, unweit Wadern in der Pfalz, so reich an eckigen, bis kopfgrossen Bruchstücken von Sandstein und Diorit sein, dass er eine conglomeratähnliche Beschaffenheit erhält. Eben so berichtet Weawer, dass die Melaphyre der Gegend von Tortworth bisweilen Fragmente von Sandstein, Hornstein und Kalkstein enthalten, welche stellenweise dermaassen angehäuft sind, dass ein förmliches Conglomerat entsteht, dessen klastische Elemente durch Melaphyrtaig verbunden sind. Ja bei Micklewood sieht man im Melaphyr grosse Schollen von Sandstein eingeschlossen, welche in ihrer Lage mit den Schichten des benachbarten Sandsteins übereinstimmen. In Cullimore's Steinbruch umschliesst der Melaphyr in fast horizontaler Lage zwei losgerissene, aus Sandstein und fossilreichem Kalkstein bestehende Schichten, welche an der einen Seite durch eine breite Spalte begränzt werden, die mit einem aus Melaphyrmasse und aus Fragmenten derselben Gesteine bestehenden Conglomerate erfüllt ist *).

Die Melaphyre haben bisweilen auch ausserdem auf ihr Nebengestein manche von denjenigen Einwirkungen ausgeübt, welche von eruptiven Gesteinen überhaupt zu erwarten sind. Die Contactflächen des Nebengesteins erscheinen oft als Rutschflächen und Spiegel; wo aber dasselbe aus weicherem Materiale, wie z. B. aus Schieferletten und thonigem Sandsteine besteht, da ist es zuweilen mit dem Melaphyre dergestalt durchknätet und verflösst, und zugleich nach allen Richtungen dermaassen von Rutschflächen und Quetschflächen durchzogen, dass man unwillkürlich auf die Vorstellung eines sehr gewaltsamen ehemaligen Conflictes zwischen beiden Gesteinen geführt wird. Endlich kommen auch mitunter recht auffallende Veränderungen in der materiellen Beschaffenheit des Nebengesteins vor, wie dies zumal dort beobachtet worden ist, wo der Melaphyr die Schichten der Steinkohlenformation durchbrochen hat, indem die Kohlen mehr oder weniger verkokt, die Schieferthone gehärtet und selbst gebrannt worden sind. Diese letzteren Erscheinungen lassen es wohl nicht bezweifeln, dass das Material der Melaphyre bei seiner Eruption noch eine sehr hohe Temperatur besass; woraus sich denn, unter Berücksichtigung der zahlreichen Beweise für den ursprünglich zähflüssigen Zustand desselben Materials, die Folgerung von selbst ergiebt, dass dieser Zustand ein feurigflüssiger gewesen sein müsse. Desungeachtet ist es nicht zu läugnen, dass in vielen Fällen alle

---

*) In derselben Gegend bei Horsley wollte Shrapnell im Melaphyre Korallen beobachtet haben, von denen jedoch Cooke zeigte, dass sie einer dem Melaphyre unmittelbar aufliegenden Sandsteinschicht angehören. Aehnliche Vorkommnisse sind auch bei Berkeley in Gloucestershire sowie in Irland, in den Bergen von Grange-Hill und Chair of Kildare, an solchen Punkten beobachtet worden, wo der Trapp mit fossilreichem Kalksteine in Berührung tritt. Sind die Fossilien wirklich im Melaphyre eingeschlossen, so können sie von ihm nur aus dem Kalksteine losgerissen und in seine Massen eingeknätet worden sein. Auf ähnliche Weise sind wohl auch die von Leopold v. Buch beobachteten Turbiniten im Melaphyr-Mandelsteine des Finkenhübels bei Dürrkunzendorf zu erklären. Versuch einer miner. Beschr. von Landeck, S. 35.

diejenigen Erscheinungen vermisst werden, welche sich als entschiedene B weise einer auf das Nebengestein Statt gefundenen Einwirkung betrachten la sen; wogegen bisweilen für die Melaphyrlager durch tuffartige Zwischenbi dungen eine so innige Verknüpfung mit den auf- oder unterliegenden Schicht herbeigeführt wird, dass man sich nicht wundern kann, wenn dergleich Uebergänge die Vermuthung einer sedimentären Bildungsweise des Melaph veranlasst haben.

Interessant sind die unweit Zwickau, am schroffen westlichen Abhange d Oberhohndorfer Berges, bei Carolinenruh und an anderen Punkten zu beobachte den Verflechtungen zwischen Mandelstein und dem Schieferletten des Rothliege den. Die Masse des Letzteren ist in regellosen Klumpen und Adern zwischen d Mandelstein eingeknätet; beide Gesteine zeigen dabei nicht selten striemige Rutsc flächen und glatte Quetschklüfte, und Alles deutet auf einen heftigen Conflict hi der zwischen ihren Massen Statt gefunden haben mag. — Wo der, an der Südsei des Harzes bei Ilfeld auftretende Melaphyr nordwärts an die Schichten des Rothli genden angränzt, da zeigt er sich nach Hoffmann oft innig mit dem Sandsteine ve bunden; besonders nordwestlich von Hermannsacker lassen beide Gesteine seh räthselhafte Verknüpfungen beobachten. Nach Weawer geht der Melaphyr von Ex ter an mehren Punkten so unmerklich in den Sandstein des Rothliegenden über dass man beide Gesteine für das Product eines und desselben Niederschlages halte möchte; welcher Mineralog, sagte schon Greenough, kann eine Gränzlinie zwische dem rothen Schieferletten und dem Mandelsteine bei Heavitree ziehen! —

Für die auffallende materielle Veränderung der Schieferthone und Sandstein durch Melaphyre sind bereits im ersten Bande S. 743 einige Beispiele angeführ worden. Hier folgen noch ein paar andere. Am höchsten Punkte der Chaussée zwi schen Thelei und Sellbach liegt ein Steinbruch in grobem Kohlensandstein, der 15° in N. fällt, und von feinem Sandsteine und Schieferthon bedeckt wird; da Ganze wird von Melaphyr überlagert. Die nächste Schicht unter dem Melaphyr er scheint theils als ein grünlichgraues, kieselschieferähnliches, theils als ein schwärz lichgraues, zwischen Lydit und Basaltjaspis mitten inne stehendes Gestein, welche prismatisch zerklüftet ist; in 4 Zoll Abstand vom Melaphyr beginnen braune, gra und grünliche, feinkörnige, an Grauwacke erinnernde Gesteine, welche endlich ein paar Fuss tiefer in den gewöhnlichen Kohlensandstein übergehen. An der Ostseite setzt der feinkörnige Melaphyr gangförmig durch die Schichten, welche auf mehre Lachter weit dieselbe grauwackenähnliche Beschaffenheit zeigen, stark zerklüftet und auf den Klüften mit gestreiften Spiegeln versehen sind. Warmholz, Karsten Archiv, X, 1837, S. 386 f. — Auch im Thüringer Walde sind mehrorts, wie z. B. am Stollenbache oberhalb Klein-Schmalkalden, am Fusse der hohen Haide oberhalb Winterstein und anderwärts Beweise für die Umwandlung des Nebengesteins durch Melaphyr bekannt. Das lehrreichste Beispiel lässt sich nach Credner am nördlichen Abhange des Lindenberges bei Ilmenau beobachten. Hier sieht man die Sandsteine des Steinkohlengebirges gefrittet, und die schwächeren, mit Schieferthon wechseln den Lagen desselben in ein bandjaspisähnliches Gestein umgewandelt; es ist eine Scholle des Kohlengebirges, welche vom Melaphyr emporgehoben und theilweise in solcher Art umgewandelt wurde. Uebersicht der geogn. Verh. Thüringens, S. 70, und Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 291. — In der Steinkohlengrube Rothhell, un weit des Nauweiler Hofes in der Pfalz, hat man eine Melaphyrmasse durchfahren, welche stellenweise auf einem Kohlenflötze liegt; die Kohle ist in der Berührung des Melaphyrs anthracitähnlich, stark zerklüftet und auf ihren Klüften mit Steinmark erfüllt. Da gewiss viele von den sogenannten Trappgesteinen, welche das Englische und Schottische Steinkohlengebirge durchschneiden, zu den Melaphyren gehören.

so werden auch viele von den zahlreichen Beispielen einer (oft weit hinausreichenden Verkokung der Steinkohlenflötze durch diese Gesteine, auf Rechnung des Melaphyrs zu setzen sein. — Dagegen haben aber auch oft gar keine Einwirkungen Statt gefunden. So bemerkt G. Bischof, dass unweit Münster am Stein der Schieferthon im Contacte des Melaphyrs durchaus keine Veränderung erkennen lässt. Lehrb. der chem. Geol. II, 618. Nicht selten aber sind die an den Melaphyr angränzenden Schieferthone mit kohlensaurem Kalke imprägnirt, welchen sie der Zersetzung des Melaphyrs zu verdanken haben.

Was endlich die Eruptions-Epochen der Melaphyre betrifft, so scheint es zwar deren mehre gegeben zu haben; die meisten fallen jedoch in die Periode des Rothliegenden, oder in die erste Hälfte der permischen Formation; alle aber dürften jünger sein als die Steinkohlenformation. Diess gilt wenigstens für die Melaphyre an der Südseite des Hunsrück, für jene des Thüringer Waldes, der Umgebungen des Harzes, Niederschlesiens, Böhmens und Sachsens. Manche dieser Melaphyre sind bald nach dem Anfange, andere erst gegen das Ende oder selbst nach dem Abschluss der Periode des Rothliegenden hervorgetreten, wie denn überhaupt das Rothliegende in vielen Gegenden sowohl eine räumliche als auch eine zeitliche Coincidenz mit der Bildung der Melaphyre erkennen läst. Die Melaphyre der Vogesen fallen zwischen die Periode des Rothliegenden und des Vogesensandsteins, und können daher gleichfalls, bei dem dortigen Mangel des Zechsteins, als solche eruptive Bildungen gelten, mit welchen die Formation des Rothliegenden beschlossen wurde.

Sollten die bekannten augitreichen Gesteine des Fassathales, welche oft als Normaltypus der Melaphyre aufgeführt worden sind, wirklich hierher gehören, was jedoch sehr zu bezweifeln ist, so würden sie ein ausgezeichnetes Beispiel von weit jüngeren Melaphyren liefern, deren Eruption erst während und nach der Triasperiode Statt fand. Dasselbe würde für den, bei Gnettstadt am Steigerwalde, im Muschelkalke gangförmig aufsetzenden sogenannten Melaphyr gelten, welchen v. Bibra untersucht hat, dafern es nicht Basalt ist. Journal für prakt. Chemie, Bd. 26, 1842, S. 29. Die Trappe der Insel Skye würden, wenn sie überhaupt hierher gehören, jünger sein als die Liasformation; in der Krimm aber sollen nach Verneuil Melaphyre vorkommen, welche erst zwischen der Jura- und Kreideformation hervorbrachen.

Die Frage nach dem relativen Alter der Melaphyre und der quarzführenden Porphyre wird immer nur ein locales Interesse haben, weil ja diese Porphyre selbst in verschiedenen Gegenden von sehr verschiedenem Alter sein können.

Elfter Abschnitt.

Triasformation.

§. 391. *Einleitung.*

Indem wir jetzt aus dem Bereiche der Porphyre und Melaphyre in das Gebiet der Sedimentformationen zurückkehren, haben wir die grosse Reihe der mesozoischen Formationen zu durchwandern, als deren erste uns die Triasformation oder die triasische Formationsgruppe vorliegt (S. 46).

Diese Formation lässt da, wo sie zu einer vollständigen Entwickelung gelan ist, drei grosse Hauptglieder, nämlich die Buntsandsteinbildung, (Muschelkalkbildung und die Keuperbildung unterscheiden, welcl obwohl sie häufig als eben so viele besondere Formationen aufgeführt werde doch nach allen ihren Verhältnissen nur als Glieder einer und derselben Fc mation charakterisirt sind, wie v. Alberti in seiner trefflichen Monographie nac gewiesen hat*). Diese dreigliedrige Zusammensetzung ist es auch, welc v. Alberti durch den Namen Trias ausdrücken wollte, welcher allgemein Eingang gefunden hat, obgleich in einigen Ländern, wie z. B. in England u im südlichen Frankreich, der Muschelkalk fehlt, und die Trias zur Dyas wir wogegen in Oberschlesien und Polen fast nur der Muschelkalk vorhanden ist.

Man hat für diese Formation auch den Namen Salzgebirge in Vorschlag g bracht, weil sie sehr reich an Steinsalzlagern ist. Da sie jedoch diese Eigensch mit manchen anderen Formationen theilt und keinesweges überall besitzt, so h selbst der Gründer jenes Namens gegenwärtig den Namen Trias adoptirt. Lethä 3. Aufl. Band II. S. 4. Alcide d'Orbigny vereinigt den Buntsandstein und Musche kalk als *étage conchylien*; trennt aber von ihnen den Keuper und dessen alpinisd Facies als *étage saliférien*.

Die Triasformation ist bis jetzt nur im mittleren Europa, und namentlic in Teutschland, im östlichen und südlichen Frankreich, in der nördliche Schweiz, in Oberitalien und in England nach allen ihren Verhältnissen genaue erforscht worden; auch in den östlichen Alpen hat man sie von Grünbach bi nach Feldkirch, und von Bleiberg bis nach Bergamo nachgewiesen; doch zeig sie dort eine ganz eigenthümliche und zumal in paläontologischer Hinsicht sehr abweichende Facies. Ueber ihre anderweiten Vorkommnisse besitzen wir dermalen nur sehr dürftige Kenntnisse, obgleich sie von Spanien aus bis nach Sibirien und Ostindien, in Nordamerika und, nach d'Orbigny, auch in Bolivia bekannt ist.

Obwohl sich nun die drei Hauptglieder der Trias zu einem einzigen, grösseren Ganzen verbunden zeigen, so werden sie doch durch die petrographische Verschiedenheit ihres Materiales auf eine so durchgreifende Weise charakterisirt, dass man sie vom petrographischen Standpunkte aus als eben so viele verschiedene Formationen, und daher die Trias selbst als eine besondere Formationsgruppe betrachten könnte, innerhalb welcher der Buntsandstein, der Muschelkalk und der Keuper zu unterscheiden sind. Wenn wir also auch diese drei Hauptglieder der Trias als besondere Formationen aufführen, so dürfen wir es doch nicht vergessen, dass sie sich in den meisten Gegenden ihres Vorkommens nur als petrographisch verschiedene Abtheilungen einer und derselben Formation zu erkennen geben. Die so abweichende Alpinische Trias aber werden wir zum Schlusse dieses Abschnittes besonders in Betrachtung ziehen.

---

*) Diese classische Arbeit erschien im Jahre 1834 unter dem Titel: Beitrag zu einer Monographie des Bunten Sandsteins, Muschelkalkes und Keupers.

Erstes Kapitel.

Buntsandstein-Formation.

§. 392. *Gesteine der Buntsandsteinformation.*

Sandsteine treten so vorwaltend auf, dass dieses Formationsglied der Trias mit allem Rechte als eine Sandsteinformation bezeichnet worden ist; die in einigen Gegenden und zumal in Thüringen sehr häufig vorkommende **bunte Färbung** dieser Sandsteine aber hat den Namen **Buntsandstein-Formation** veranlasst, welcher nicht nur in Teutschland allgemeinen Eingang gefunden hat, sondern auch in Frankreich in dem Namen *grès bigarré* adoptirt worden ist, obgleich in sehr vielen Gegenden nur einfarbige rothe Sandsteine bekannt sind.

Freiesleben, welchem man die erste sehr ausführliche Beschreibung der Formation verdankt, nannte sie, wegen der zugleich mit vorhandenen thonigen Gesteine, die bunte Thon- und Sandsteinformation; Heim führte sie ein Jahr früher als neuen feinkörnigen bunten Sandstein auf. Die Engländer nennen sie *new red sandstone*.

Allein ausser den eigentlichen Sandsteinen erscheinen auch noch **Conglomerate**, **bunte Thone** und **Schieferletten**, **Mergel** und **Rogensteine**, sowie endlich **Gypse** als mehr oder weniger häufige Materialien der Buntsandsteinformation. Als untergeordnete Vorkommnisse sind endlich noch **Dolomit**, **Steinsalz** und vielleicht auch **Steinkohle** zu erwähnen. Bei der Beschreibung dieser verschiedenen Materialien beginnen wir mit den Conglomeraten, an welche sich dann zunächst die psammitischen und pelitischen Gesteine anschliessen.

1. Conglomerate.

Zwar unterscheidet sich die Buntsandsteinbildung durch das im Allgemeinen **seltene** Vorkommen conglomeratartiger Gesteine sehr auffallend von dem Rothliegenden; dennoch aber fehlen ihr dergleichen Gesteine nicht gänzlich; ja, in manchen Gegenden gewinnen solche, zumal in der unteren Etage der Formation, eine recht ansehnliche Mächtigkeit und Verbreitung. Nur sind es gewöhnlich kleinstückige, fast nur aus Quarzgeröllen und Sandsteincäment bestehende Conglomerate, wogegen jene groben und polygenen Conglomerate, wie sie im Rothliegenden so häufig vorkommen, fast gänzlich vermisst werden.

Die untere Etage des in den Vogesen, in der Haardt und im Schwarzwalde verbreiteten Buntsandsteins, welche man wegen ihrer eigenthümlichen petrographischen Beschaffenheit, und wegen ihrer stellenweise discordanten Lagerung gegen die oberen Sandsteine unter dem Namen **Vogesensandsein** (*grès de Vosges*) als eine selbständige, dem Rothliegenden oder auch dem Zechsteine aequivalente Bildung einzuführen versucht hat, entwickelt sehr häufig nach oben eine conglomeratähnliche Beschaffenheit, indem sich innerhalb der Sandsteinmasse viele Gerölle von Quarz und Kieselschiefer einfinden, welche gewöhnlich die Grösse einer Nuss erreichen, bisweilen aber faustgross und noch grösser sind. Dabei zeigen diese

Quarzkiesel des Vogesensandsteins gewöhnlich eine sehr glänzende und krystallinische Oberfläche, als ob sie der Einwirkung einer ätzenden Flüssigkeit ausgesetzt gewesen wären; doch hat Daubrée neulich gezeigt, dass diese Erscheinung in einem förmlichen Ueberzuge von krystallinischem Quarze begründet ist. *Descr. géol. et min. du dép. du Bas-Rhin, p.* 89 f.

Das Vorkommen von Conglomeraten wiederholt sich nach Hoffmann im Fürstenthume Waldeck, wo nussgrosse weisse Quarzgerölle und schwarze Kieselschieferstücke dem Sandsteine ganz gewöhnlich einen conglomeratartigen Habitus verleihen, so z. B. bei Arolsen, Heddinghausen und an vielen Punkten des Sollinger Waldes. Poggend. Ann. 1825, S. 5. Auch zwischen Düren und Commern, sowie bei Call in Rheinpreussen finden sich in den unteren Schichten der Buntsandsteinformation Conglomerate, mit welchen nach Römer die Conglomerate zwischen Malmedy und Stavelot in Belgien ganz identisch sind. Das Rhein. Uebergangsgebirge, S. 3. Bei Grunern, unweit Staufen in Baden, sind nach F. Sandberger mehre der tiefeten Schichten des Buntsandsteins vollkommene Conglomerate. Ebenso sind in England ähnliche Conglomerate bekannt, namentlich in Shropshire und Staffordshire, z. B. bei Hodnet, in der Gegend zwischen Kidderminster und den Clent-hills, sowie an den Hügeln um das Kohlenfeld von Dudley; auch dort sind es hauptsächlich Conglomerate mit Quarzgeröllen, welche zuweilen die Grösse eines Kinderkopfes erlangen; nur in einigen Gegenden gewinnt der einförmige Charakter dieser Conglomerate etwas Abwechslung durch Fragmente von anderen Gesteinen. *The Silurian System, p.* 42. An der Ostseite der Malvernhills sowie zwischen ihnen und May-Hill sind nach Phillips gleichfalls Conglomerate mit Quarzgeröllen nicht selten.

Ueberhaupt scheint die Buntsandsteinformation in manchen Gegenden mit einzelnen Schichten oder auch mit mächtigeren Ablagerungen von Conglomeraten eröffnet worden zu sein. Im südlichen Frankreich, bei Rodez (Aveyron), Belmont und anderen Orten sind es nach Dufrénoy grobe Conglomerate mit sehr eisenschüssigem Lettencäment; in der Provence, zwischen Cannes und Antibes, sind es aus Gneiss- und Quarzgeschieben, bei la Roquette aus Thonschieferfragmenten bestehende Conglomerate; ebenso erscheinen die untersten Schichten bei Heidelberg als Granit-, bei Handschuchsheim als Porphyr-Conglomerat.

2. Sandsteine.

Diese herrschenden Gesteine der Buntsandsteinformation bestehen vorwaltend nur aus Quarzkörnern, sind in der Regel von feinem und sehr gleichmässigem Korne, und entfalten oftmals einen sehr krystallinischen Habitus; ja, sie erscheinen nicht selten als Aggregate kleiner, rudimentärer Quarzkrystalle. Alle diese Eigenschaften begründen einen recht auffallenden Unterschied zwischen ihnen und den meisten Sandsteinen des Rothliegenden. Auch arkosartige Sandsteine kommen zumal da vor, wo die Formation unmittelbar auf Granit liegt, während einzelne kaolinisirte Feldspathkörner sehr häufig zwischen den Quarzkörnern zu entdecken sind.

Das Cäment dieser Sandsteine besteht gewöhnlich aus Thon, Kiesel oder Eisenoxyd, und ist im ersteren Falle bald mehr bald weniger reichlich, im letzteren Falle aber sehr sparsam vorhanden; bisweilen tritt auch Dolomit als ein sehr vorwaltendes Bindemittel auf, während er als sparsamer Gemengtheil nicht selten vorkommt. Sehr bezeichnend ist namentlich in den thonigen Sandsteinen der reichliche Gehalt an silberweissen oder röthlichgrauen Glimmerschuppen, welche zuweilen dermaassen überhand nehmen, dass das Gestein einen förmlichen Sandsteinschiefer darstellt.

Die Sandsteine sind theils *weich* und zerreiblich, theils *fest*, und liefern
lann sehr gute Bausteine; auch kommen *porose*, und anderntheils fast *dichte*,
juarzit- oder hornsteinähnliche Varietäten vor, welche sich bei ihrer Unzer-
t irbarkeit theils durch vorspringende Bänke, theils durch grosse, scharfkan-
ige Blöcke zu erkennen geben; hier und da kennt man auch Schichten von
anz *losem Sande*.

Die *Farbe* wird im Allgemeinen durch das Cäment bestimmt; besteht das-
elbe nur aus Eisenoxyd oder aus rothem Thone, so erscheint das Gestein ein-
rmig *braunroth* oder *ziegelroth*, was sich in sehr vielen Gegenden als
as bei weitem herrschende Verhältniss zu erkennen giebt; besteht das Binde-
nittel aus Kaolin oder weissem Thon, so sind die Sandsteine *weiss* in ver-
chiedenen Nüancen, wie diess sehr häufig in den obersten Schichten der eigent-
chen Sandsteinbildung der Fall ist; besteht das Bindemittel aus grünem, grauem
der blauem Thone, so zeigen auch die Sandsteine eine entsprechende Färbung;
ndlich kommen auch gelbe und braune Sandsteine vor, welche durch Eisen-
xydhydrat gefärbt sind. Im Allgemeinen walten die rothen, die grünen und
eissen Farben vor, obgleich die ersteren die häufigsten sind.

In vielen Gegenden, wie in Thüringen und in den benachbarten Ländern,
ommen sehr gewöhnlich *buntgefärbte* Sandsteine vor, indem namentlich
othe und weisse, oder auch rothe und grünliche Farben in Streifen und Flecken
lurch einander auftreten oder auch lagen- und schichtweise mit einander ab-
rechseln; dergleichen Vorkommnisse sind es, welchen die Formation ihren
Namen verdankt. Auch finden sich nicht selten *braun gesprenkelte* Sand-
teine, welche gewöhnlich etwas poros sind, und in weissem, hellgelbem oder
hellrothem Grunde zahlreiche, runde, von Eisenoxydhydrat oder Manganoxyd
lunkelbraun gefärbte Flecke enthalten.

Die *krystallinische* Beschaffenheit mächtiger und weit ausgedehnter Schich-
ten der Buntsandsteinformation liefert den Beweis, dass viele dieser Sandsteine
nicht als klastische, sondern als *krystallinische* oder doch wenigstens *se-
mikrystallinische* Gebilde zu betrachten sind, und dass sehr viele *aufge-
löste Kieselerde* in diejenigen Bassins eingeführt worden sein muss, auf deren
Grunde die betreffenden Schichten abgesetzt wurden. Dasselbe gilt aber auch von
dem *Eisenoxyd*, welches die krystallinischen Quarzkörner wie ein Hauch be-
deckt, indem diese Sandsteine gewöhnlich roth gefärbt sind. Der vorhin erwähnte
Vogesensandstein zeigt die Erscheinung in einer höchst auffallenden Weise, welche
einen sehr nahen Zusammenhang derselben mit der krystallinischen Oberfläche der
dem Sandsteine eingesprengten Quarzgerölle erkennen lässt. Besonders in den
höheren Gegenden der Vogesen und der Haardt werden die Quarzkörner immer
glänzender und scharfkantiger; man bemerkt unter ihnen welche mit einzelnen
Krystallflächen, und entdeckt endlich vollständige Quarzkrystalle, welche die
Grundpyramide mit abgestumpften Mittelkanten darstellen. Aber auch im Schwarz-
walde und in sehr vielen anderen Gegenden Teutschlands lassen die rothen Sand-
steine der Buntsandsteinformation eine entschieden krystallinische Ausbildung er-
kennen, so dass sie im Sonnenlichte funkelnde Lichtreflexe geben, welche von den
kleinen Krystallflächen der freilich meist unvollständig ausgebildeten Quarz-Indi-
viduen herrühren. Diess bestimmte schon Voigt zu der Ansicht, dass ein grosser
Theil der bunten Sandsteine ein chemischer Niederschlag sei (Kleine mineralogische

Schriften, I, S. 162), obgleich erst später von Sartorius durch mikroskopische B obachtungen bewiesen wurde, dass viele ihrer Quarzkörner wirkliche Quarzkrysta seien. Beiträge zur näheren Kenntniss des Flötzsandsteins 1809. — Neuerdin hat noch Gutberlet die Aufmerksamkeit auf diese, auch in dem Gebiete zwisch der Rhön und dem Vogelsgebirge sehr gewöhnliche krystallinische Beschaffenh des Sandsteins, als eine geologisch merkwürdige, aber (dort) noch wenig beacht Erscheinung gelenkt. Notizblatt des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt, Nr. 2 1859, S. 51 ff.

Wenn der Vogesensandstein mit der Formation des Buntsandsteins verein wird, so gehören auch die interessanten Arkosen der Gegend von la Poirie u Dommartin hierher, welche oft vollkommen erhaltene Zwillingskrystalle von Orth klas enthalten, und von Delesse sehr genau untersucht und beschrieben word sind. *Bibl. univ. de Genève, Mars* 1848. Die Schichten dieser Arkose werden nic nur von vielen Gängen durchsetzt, welche Quarz, Glanzeisenerz, Baryt und Flu rit führen, sondern auch häufig von diesen Mineralien mehr oder weniger imprä nirt, gerade so, wie diess in der Bourgogne der Fall ist. An anderen Orten, w bei dem Schlosse Montaigut, ist der Sandstein von Chalcedon und Hornstein durch drungen. Aehnliche Erscheinungen wiederholen sich nach F. Sandberger bei Ba denweiler, wo der Buntsandstein durch Schichten eines dichten, grauen Hornstein vertreten wird, welche nach allen Richtungen von Quarzdrusen, Barytadern un einzelnen Bleiglanztrümern durchzogen sind.

Sandsteine, deren Bindemittel Dolomit ist, kennt man z. B. an der Südseit des Hunsrück bei Aussen, wo dieses Bindemittel oft so überhand nimmt, dass da Gestein stellenweise gebrochen und gebrannt wird. Auch bei Sulzbad in den Voge sen, bei Bristol in England und anderwärts kommen dergleichen Varietäten vor wie denn Wackenroder und Schmid auch in den Sandsteinen bei Jena einen häufi gen Dolomitgehalt des Bindemittels nachgewiesen und als sehr charakteristisch her vorgehoben haben. Wackenroder, Beiträge zur Kenntniss des Muschelkalkes und bunten Sandsteins bei Jena 1836, S. 24 ff. und Schmid, die geognost. Verhältnisse des Saalthales bei Jena, 1846, S. 8.

Die Sandsteine der Buntsandsteinformation sind oft mit accessorischen Bestandtheilen oder Bestandmassen versehen. Unter den letzteren verdienen besonders die sogenannten Thongallen erwähnt zu werden, nämlich runde, bisweilen auch eckige Concretionen von Thon, welche wohl in keiner Sandsteinbildung häufiger angetroffen werden, und daher schon lange als eine recht charakteristische Eigenthümlichkeit der Buntsandsteinformation hervorgehoben worden sind. Baryt ist gleichfalls keine ganz seltene Erscheinung; auch Braunspath, Kalkspath, Quarz und Cölestin sind hier und da beobachtet worden. Von metallischen Mineralien sind Kupfererze und Eisenerze an vielen, Bleierze an einigen Orten bekannt; doch kommen diese Erze gewöhnlich nur eingesprengt, oder in Trümern, Adern und kleinen Nestern zerstreut vor, weshalb sie keine selbständigen Lager, sondern im günstigsten Falle nur erzführende Gesteinsschichten bilden.

Die Thongallen finden sich vorzugsweise in den thonigen Sandsteinen; sie sind nuss- bis kopfgross, meist rund, linsenförmig, und bestehen aus rothem oder braunem, grünem, grauem oder gelbem Letten. Cotta glaubt, dass sie zum Theil als Fragmente oder Geschiebe von zerstörten Thonschichten zu erklären sind. Neues Jahrb. für Min. 1848, S. 135. — Baryt erscheint theils eingesprengt, als ein wirklicher accessorischer Gemengtheil des Gesteins, theils in Trümern und

Nestern; auf die erstere Art kennt man ihn z. B. in der Gegend von Göttingen, Pyrmont, Basel, Milhau (Aveyron) und in den Hawkstone-Hills in England; Baryt-Trümer werden an vielen Orten erwähnt. Wahrscheinlich dürften die meisten dieser Vorkommnisse in einer gewissen Beziehung zu den selbständigen und oft mächtigen Barytgängen stehen, welche vielorts in der Buntsandsteinformation aufsetzen. Der Kalkspath, der Braunspath und der Cölestin bilden da, wo sie vorkommen, gewöhnlich kleine Drusen in den Cavitäten und Klüften des Gesteins. Mit Quarzkrystallen ausgekleidete Hohldrusen kennt man bei Waldshut in Baden, wo sie nach Rengger bisweilen durch eine mehr als zolldicke Rinde von schneeweissem und blutrothem Quarz vom Sandsteine getrennt sind, und auch mitunter Kalkspath enthalten. Bei Jena kommen gleichfalls Quarzdrusen in einem weissen Sandsteine vor.

Kupfererze, und zwar besonders Malachit und Kupferlasur, finden sich theils eingesprengt, theils in Trümern und Nestern bei Rohden und Corbach im Fürstenthume Waldeck, bei Waldshut in Baden, bei Firmy (Aveyron), bei Aussen im Primsthale, bei Wallerfangen unweit Saarlouis, am Cap de la Garonne unweit Toulon, bei Pradoe in Shropshire, und in den Peckforton-Hills in Cheshire; an manchen Punkten sind ganze Schichten dermaassen erfüllt mit diesen Erzen, dass z. B. bei Corbach, Wallerfangen, Aussen und Pradoe sogar Bergbau darauf betrieben worden ist. Bleiglanz und andere Bleierze kennt man besonders bei St. Avold, westlich von Saarbrück, und bei Commern in Rheinpreussen. Am ersteren Orte sind ganze Schichten des Vogesensandsteins, welche sich durch ihre weisse Farbe von den übrigen Schichten unterscheiden, mit Bleiglanz und Bleicarbonat erfüllt, welche meist eingesprengt, seltener zu kleinen Schnüren und Adern concentrirt sind; die Mächtigkeit dieser bleierzführenden Schichten soll bis 40 Fuss betragen, und die reichlich mit Erz eingesprengten Sandsteine führen den Namen Knotenerze. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse bei Commern, wo ebenfalls im tiefsten Theile der Formation ein weisser, über Conglomerat und rothem Sandstein, und unter Conglomerat liegender Sandstein so reich an eingesprengtem Bleiglanz ist, dass ein sehr bedeutender Bergbau verführt wird. Von Eisenerzen wollen wir nur der sogenannten Plattenerze oder Plättelerze, d. h. dünner Schichten eines röthlichbraunen, schieferigen Thoneisensteins gedenken, welche bei Zweibrücken und Homburg im bunten Sandsteine vorkommen, sowie der thonigen Rotheisensteine und Röthelschichten, welche sich hier und da, z. B. bei Naumburg in Thüringen, bei St. Cyprien im Dép. Aveyron innerhalb der Buntsandsteinformation vorfinden. Auch bei Lüthorst in Hannover kommen im weissen Sandsteine zahlreiche Concretionen von Eisenstein vor.

Die Schichten des bunten Sandsteins erlangen oft eine Mächtigkeit von mehren Fuss, sind nicht selten quaderförmig zerklüftet, und werden gewöhnlich durch schmale Lagen von Schieferletten, Thon oder Sandsteinschiefer von einander abgesondert. Doch kommen auch dünnschichtige und selbst plattenförmige Sandsteine vor, wie z. B. nach Puton bei Ruaux, wo die Platten so dünn sind, dass sie sogar zum Dachdecken benutzt werden, und nach Bronn bei Nussloch und Weibstadt in Baden, wo Platten bis zu 36 Quadratfuss Grösse bei nur ¾ Zoll Dicke gebrochen werden; sowie am Solling, wo die bekannten Sollinger Platten vielfach in Anwendung kommen, und von Holzminden aus in grosser Menge selbst bis nach Amerika ausgeführt werden.

Die Schichten des Buntsandsteins sind es auch, auf deren Unterfläche nicht selten die im ersten Bande S. 471 beschriebenen Krystalloide nach Steinsalz, sowie die Thierfährten, besonders von Chirotherium (I, 468) und mit

ihnen zugleich die Leisten und Leistennetze gefunden werden, welche dur Ausfüllung von Rissen unterliegender Thonschichten entstanden sind; (I, 47(Die Wellenfurchen (I, 467) sind gleichfalls eine auf der Oberfläche d Schichten sehr gewöhnlich vorkommende und, selbst in dem abgeschliffen Gesteine, an einer eigenthümlichen undulirten Farbenstreifung erkennbare E scheinung. Endlich zeigt auch der bunte Sandstein ganz besonders häufig (Erscheinung der discordanten Parallelstructur (I, 448); seine Schic ten keilen sich mitunter ziemlich rasch aus, oder haben die Gestalt sehr flach Linsen, welche seitwärts in einander greifen*).

Von anderen Gesteinsformen sind besonders Kugeln zu erwähnen, welc gewöhnlich durch eine Concentration von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat g bildet worden sind, und von verschiedener Grösse vorkommen. Sehr selten si prismatische Gesteinsformen, dafern wir nämlich von jener säulenförmig Zerklüftung absehen, welche durch Basalte und andere plutonische Gesteine hei vorgebracht worden ist. Schliesslich müssen wir noch der Spiegelklüfte ge denken, welche mehrorts im Buntsandsteine auf eine merkwürdige Weise nach gewiesen worden sind, und auf eine gewaltsame, aber regelmässige Bewegun der an einander gränzenden Sandsteinmassen schliessen lassen.

Kugelige Concretionen kennt man z. B. im Schwarzwalde am Kniebis, w sie aus einer eisenschüssigen Kugelschale mit einem Kerne von Sandstein be stehen, und häufig vorkommen; ähnlicher Kugeln gedenkt Walchner noch von anderen Punkten, und G. Leonhard vom Gaisberge bei Heidelberg, wo sie neuerdings sehr schön vorgekommen sind. Geognostische Skizze von Baden, S. 70. Bei Sulzbad im Elsass ist nach Daubrée eine mächtige Sandsteinschicht in grosse, concentrisch schalige Ellipsoide von 1½ bis 2 Meter Durchmesser abgesondert. Daubrée a. a. O. S. 103. Am Clive-hill fand Aikin in einem weichen, weissen Sandsteine erbsen- bis faustgrosse Kugeln eines festen durch Baryt gebundenen Sandsteines. bei Commern sollen ähnliche Sandsteinkugeln durch Bleicarbonat gebildet vorkommen. Für die seltene säulenförmige Absonderung ist bereits Bd. I, S. 481 ein merkwürdiges Beispiel aus der Gegend von Olioules bei Toulon angeführt worden. Daubrée gedenkt einer ähnlichen Erscheinung aus den Vogesen, wo die schmäleren Sandsteinschichten bisweilen durch senkrechte Klüfte in ganz niedrige polygonale Prismen oder Tafeln abgesondert sind; a. a. O. S. 103. — Schöne Spiegelflächen oder Rutschflächen auf den Klüften des Buntsandsteins erwähnt Kapp aus der Gegend von Pirmasenz und Commern; an letzterem Orte erscheint da, wo das Gestein besonders reich an Bleiglanz ist, dieser letztere mit in die Spiegelbildung hineingezogen. Neues Jahrb. f. Min. 1840, 339. Bei Neckarsteinach in Baden fand G. Leonhard die schönsten Reibungsflächen auf den Klüften des Buntsandsteins, obgleich in der ganzen Umgegend kein plutonisches Gestein nachzuweisen ist. Althaus hat dieselbe Erscheinung bei Marburg auf eine merkwürdige Weise beobachtet, indem dort die Spiegelklüfte nur innerhalb einer einzigen Schicht vorkommen sollen, deren verticale Klüfte horizontal gestreift sind (Neues Jahrb. 1837. 542), während später Braun dieselben Spiegel als eine in der ganzen Umgegend sehr verbreitete Erscheinung nachwies, und nach ihrem Sein und Werden überaus weitschweifig besprach. Ebendaselbst, 1842, 656 ff.

---

*) *Daubrée, descr. du dép. du Bas-Rhin*, p. 106. Bronn, Gäa Heidelbergensis, S. 105.

3. Schieferletten, Thone und Mergel.

Nächst den Sandsteinen sind es besonders die rothen und bunten Schieferletten, Thone und Mergel, welche einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Buntsandsteinformation nehmen, deren oberste Abtheilung gewöhnlich von ihnen gebildet wird, während sie bisweilen auch die ganze Formation eröffnen. Da eine dunkelrothe Farbe sehr vorwaltend zu sein pflegt, so hat Gutberlet für diese obere Abtheilung den Namen Röth in Vorschlag gebracht, mit welchem die Landleute der Gegend von Fulda den betreffenden Boden belegen.

Der Thon, welcher das eigentliche Substrat dieser Gesteine bildet, ist meist bräunlichroth oder amaranthroth, doch häufig auch grünlichgrau bis berggrün, oder blaulichgrau, zuweilen auch gelblichgrau bis ockergelb, mit Glimmerschüppchen und feinem Sande gemengt, in der Regel kalkhaltig und mergelig, schieferig und dünnschichtig, und liefert einen ausserordentlich fruchtbaren Ackerboden. Die Mergel bestehen aus einem innigen Gemenge von Kalk- und Magnesiacarbonat mit Thonerdesilicat, und sind durch Eisenoxyd und Thon gefärbt.

Mit Ausnahme des Gypses, welcher als eine äusserst häufige Erscheinung recht eigentlich an diese bunten Thone und Mergel gewiesen ist, lassen sich nur wenige Accessorien nennen. Nach Mencke kommt in der Gegend von Pyrmont Eisenglimmer theils eingesprengt, theils in kleinen Nestern vor. Cölestin findet sich bisweilen in Nieren, Kugeln, Lagen und Adern, wie bei Bristol, Tortworth, und bei Knaresborough in Yorkshire. Brauneisenerz bildet mehrzöllige Lager zwischen Laufach und Sailauf, sowie zwischen Soden und Schweinheim in der Gegend von Aschaffenburg. Geoden von Chalcedon, mit Quarz- und Kalkspathkrystallen, kennt man bei Alzon unweit le Vigan; auch Kupfererze sind hier und da sparsam gefunden worden.

4. Rogenstein.

An die sehr kalkreichen bunten Mergel schliessen sich die Rogensteine an, deren petrographische Beschreibung im ersten Bande S. 514 gegeben worden ist. Sie pflegen gewöhnlich die untersten Schichten der ganzen Formation zu bilden, und erlangen in einigen Gegenden eine ziemliche Bedeutung, während sie in den meisten Gegenden vermisst werden.

Bei Wolfenbüttel findet sich eine eigenthümliche Varietät des Rogensteins, deren Körner zu fussgrossen Kugeln und Knollen verwachsen sind, die sich von der übrigen Gesteinsmasse sehr bestimmt unterscheiden. Bei Winnrode dagegen kommt eine Varietät mit concentrisch-schaliger Absonderung vor, welche daselbst unter dem Namen Napfstein bekannt ist, und Schalen von mehren Fuss Durchmesser zu allerlei häuslichem Gebrauche liefert. — Ueber die Bildung der Rogensteine ist auch zu vergleichen: Quenstedt, das Flötzgebirge Würtembergs, S. 43.

5. Dolomit und dolomitische Kalksteine.

Wie der Dolomit schon als das Bindemittel oder Substrat mancher Sandsteine vorkommt, so erscheint er auch bisweilen in der Form von Knollen oder Knauern: z. B. in den Vogesen zwischen Forbach und Sarreguemines, wo der

Vogesensandstein von dem oberen bunten Sandsteine durch eine 2 Meter mäc
tige Schicht getrennt wird, welche aus grossen Knauern eines blassgelben, na
aussen rothen, krystallinisch-körnigen Dolomites besteht, die durch viole
grauen, glimmerigen und sandigen Thon verbunden sind*). Besonders wich
aber ist der sogenannte Wellendolomit, welcher als das oberste, fossilreic
Glied der Buntsandsteinformation in vielen Gegenden, zumal an beiden Rhei
ufern, im Elsass und in Lothringen einerseits, in Baden und Würtemberg a
derseits bekannt ist.

Dieser Wellendolomit ist ein festes, gelbes oder gelblich-graues Gestein, dess
Bänke eine wellenförmig gerunzelte Oberfläche besitzen, nach oben mit Thonschic
ten wechseln, und dann reich an organischen Ueberresten sind; auch enthalten
nicht selten Kupfererze. Sowohl der Reichthum an Fossilien, als auch die sehr b
stimmte Lagerungsstelle, als Schlussstein der ganzen Formation, verleihen diese
Dolomite ein ganz besonderes Interesse. Aehnliche, durch Sand oder Gyps veru
reinigte, und durch das Vorkommen von Rhizocorallium und von Conchylien ch
rakterisirte Dolomitschichten kommen auch bei Jena in der oberen Etage der Fo
mation, an der Gränze des Gypses und der bunten Mergel vor.

6. Gyps und Anhydrit.

Gyps ist fast ein beständiger Begleiter der bunten Thone und Schieferlet
ten, welche die eigentliche Lagerstätte desselben bilden; weit seltener find
sich Anhydrit, obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dass viele Gypsstöcke ur
sprünglich Anhydrit gewesen sind.

Dieser Gyps der Buntsandsteinformation bildet theils als körniger
schuppiger, flaseriger und dichter Gyps lenticulare oder auch ungestal
tete Stöcke und Klötze, welche einzeln oder mehrfach beisammen in den bunten
Thonen auftreten; theils bildet er als Fasergyps dünne Lagen, Trümer und
Adern, welche die bunten Thone und Mergel nach verschiedenen Richtungen
durchziehen. Doch breiten sich auch die vorerwähnten Gypsstöcke bisweilen zu
stetig ausgedehnten und weit fortsetzenden Flötzen aus.

Der schuppigkörnige und der dichte Gyps, als die herrschenden Varietäten, sind
meist graulich- und grünlichweiss, oft blaulich- und grünlichgrau, auch gelb und
roth, zuweilen gestreift oder geadert. Häufig erscheinen sie porphyrartig durch
einzelne, grössere, dunkelfarbige (graue oder braune) Gyps-Individuen, oder ca-
vernos mit Drusen von Gypskrystallen, oder auch mit Nestern von Fraueneis oder
strahligem Gypse. Auch erdiger Gyps findet sich nicht selten, zumal an der
Oberfläche der Stöcke. — Der Fasergyps ist gewöhnlich gelblich- oder röthlich-
weiss, gerad- oder krummfaserig, und lässt in den Trümern oft eine symmetrische
Ausbildung mit einer medianen Demarcationsfläche erkennen, während die Lagen
oft Thonlamellen umschliessen.

Ungemein charakteristisch ist nach Freiesleben ein grünlichgraues, feinerdiges
Mineral, ein Mittelding zwichen grünem Thon und Chloriterde, welches den körni-
gen und flaserigen Gyps in dünnen Streifen und Adern durchzieht, auch wohl innig
imprägnirt, und ihm so eine grünlichgraue Farbe ertheilt. Wie für den Gyps de

---

*) Elie de Beaumont, in den *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France* I,
... 1..

Zechsteins die durch Bitumen verursachte braune Färbung, so ist für den Gyps des Buntsandsteins diese grünlichgraue Färbung äusserst bezeichnend.

In den Gypsbrüchen bei Artern erkannte v. Alberti im frischen Bruche des Gesteins noch Anhydrit. Halurg. Geologie I, 451.

7. Steinsalz.

Schon früher sind mehrfach Spuren von Kochsalz in den Gypsen der Buntsandsteinformation nachgewiesen worden; in neuerer Zeit hat man aber auch förmliche Lager oder Stöcke von Steinsalz kennen gelernt, welche der oberen Abtheilung der Formation eingelagert sind; so z. B. bei Schöningen im Herzogthum Braunschweig, bei Liebenhall (unweit Salzgitter), bei Sülbeck in Hannover und bei Elmen unfern Schönebeck*).

8. Steinkohle.

Kohlige Substanzen sind in der Buntsandsteinformation nur äusserst selten vorgekommen; ja, es scheint sogar noch zweifelhaft zu sein, ob die angeblichen Vorkommnisse wirklich hierher gehören.

Nach Emilien Dumas kennt man bei Pompidon (Lozère) eine 0,3 Meter starke Schicht Pechkohle im Sandsteine der dortigen Triasformation; dagegen gehören die Kohlenflötze von Steierdorf im Banate, von welchen man früher glaubte, dass sie der oberen Etage der dasigen Buntsandsteinformation eingelagert seien, sehr wahrscheinlich der Liasformation an.

§. 393. *Gliederung, Architektur und Lagerung der Buntsandsteinformation.*

Die im vorhergehenden Paragraphen betrachteten Gesteine der Buntsandsteinformation kommen keinesweges ohne alle Ordnung und Regel durch einander vor, sondern behaupten mehr oder weniger eine bestimmte Lagerungsfolge, in welcher sich eine entsprechende Gliederung der ganzen Formation zu erkennen giebt. Nur der Gyps scheint sich auch hier, wie in vielen anderen Formationen, an keine bestimmte bathrologische Stelle zu binden; was vielleicht auch für das Steinsalz und für die dasselbe begleitenden Gesteine anzunehmen ist. Indem wir nun zur Betrachtung der Gliederung der Formation übergehen, berücksichtigen wir zunächst die in Teutschland bekannte Ausbildungsweise derselben.

In den meisten Gegenden ihres Vorkommens lässt sich für die Buntsandsteinformation eine dreifache Gliederung geltend machen, indem gewöhnlich drei Etagen zu unterscheiden sind, welche an ihren Gränzen durch Wechsellagerung der Gesteine verbunden zu sein pflegen, übrigens aber in verschiedenen Gegenden eine verschiedene Mächtigkeit, zum Theil auch eine verschiedene petrographische Beschaffenheit besitzen können. Diess Letztere gilt besonders von der unteren Etage, welche bald durch Sandstein, bald durch bunte

*) Nach v. Strombeck, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 22, 1848, S. 219, und in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. II, S. 304 f., auch VII, S. 655 ff.; v. Dechen, im Neuen Jahrb. für Min. 1855, S. 477.

Mergel oder auch durch Rogensteine charakterisirt wird, während die mittlere Etage überall aus Sandstein, die obere Etage aber aus bunten Merge besteht.

1. Untere Etage.

Die Buntsandsteinformation beginnt in einigen Gegenden, wie namentli in den Vogesen und im Schwarzwalde, mit jenen quarzigen, hellrothen, conglomeratartigen und sehr krystallinischen Sandsteinen, welche den Nam Vogesensandstein erhalten haben, von manchen Geologen als eine selbständige Bildung, von den meisten jedoch als ein Glied der Buntsandsteinformation betrachtet werden, und stellenweise eine solche Mächtigkeit erreiche dass sie wohl die untere und die mittlere Etage in sich vereinigen dürften; denn in den Vogesen steigt ihre Mächtigkeit bis 400 Meter, oder über 1200 Fuss.

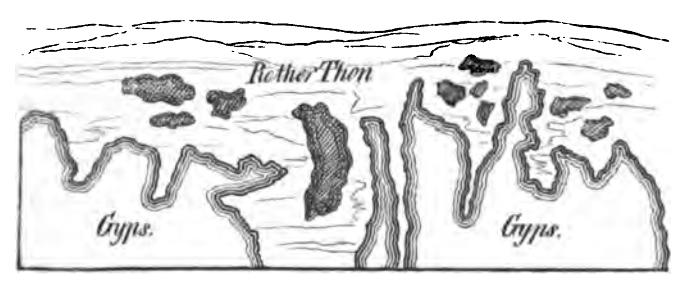
Die eigenthümliche petrographische Beschaffenheit des Vogesensandsteins kann keinen Grund zu seiner Trennung abgeben, da sie sich auch in anderen Gegenden wie z. B. am Sollinger Walde und mehrorts in England vorfindet. Die wichtigsten Gründe, durch welche man jene Trennung zu rechtfertigen suchte, bestehen in dem fast gänzlichen Mangel an organischen Ueberresten und in der discordanten Lagerung, welche an mehren Orten zwischen dem Vogesensandsteine und den über ihm folgenden Sandsteine nachgewiesen worden ist. Allein die Hauptmasse des bunten Sandsteins ist fast überall frei von Fossilien, und diess um so mehr, je krystallinischer das Gestein ist; die stellenweise discordante Lagerung aber beweist nur, dass locale Störungen der ursprünglichen Lagerung Statt gefunden haben, dergleichen ja mitten im Laufe einer geologischen Periode eben so wohl vorgekommen sein können, als vor dem Anfange, oder nach dem Ende derselben. Daher haben sich die meisten Geologen, und vor Allen auch v. Alberti, der gründliche Kenner der Trias, für die Zugehörigkeit des Vogesensandsteins zur Buntsandsteinformation erklärt. In der That vereinigen sich auch manche petrographische und geotektonische Gründe zur Bekräftigung dieser Ansicht, welche übrigens auch durch ganz einzelne organische Ueberreste bestätigt wird, die im Vogesensandsteine vorgekommen sind. Mougeot hat nämlich in dem Conglomerate von Boremont sehr schön erhaltene Abdrücke von *Calamites arenaceus* gefunden, und bei Villingen ist der Schädel eines Labyrinthodon nachgewiesen worden, welche Formen beide für die Trias höchst charakteristisch sind*). Die krystallinische Beschaffenheit und das Vorkommen von Thongallen theilt der Vogesensandstein mit den anderen Sandsteinvarietäten, welche ihm doch in der Regel gleichförmig aufgelagert, und durch allmälige Uebergänge verbunden sind.

In manchen Gegenden wird die Buntsandsteinformation zwar mit *Conglomeraten* eröffnet, welche nach oben in Sandstein übergehen, aber nur selten eine solche Mächtigkeit erlangen, dass sie als eine selbständige Etage gelten können. Dergleichen Grundconglomerate kennt man z. B. in Frankreich, in den Departements des Aveyron und des Var, im Odenwalde, und bei Haffield an der Ostseite der Malvernhills. In noch anderen Gegenden, wie z. B. vielorts in Thüringen, Franken und Schwaben beginnt die Formation mit einer aus bunten Mer-

*) *Explication de la carte géol. I, p.* 376, wo auch erwähnt wird, dass Hogard bei Bains und bei Plombières Calamiten gefunden hat. Herm. v. Meyer, die Saurier des Muschelkalkes, 1847, S. 3. Auch Daub erklärt sich entschieden gegen die Trennung des Vogesensandsteins von der Buntsandstein-Formation. Neues Jahrb. für Min. 1852, S. 542 ff.

geln, Schieferletten und Sandsteinschiefer bestehenden Etage, welcher auch bisweilen Gypsstöcke eingelagert sind, so dass dann die untere Etage der oberen sehr ähnlich wird. Endlich findet sich auch hier und da, wie namentlich in den Umgebungen des Harzes, ein besonders durch Rogenstein und Hornkalk ausgezeichnetes Schichtensystem.

In Thüringen und im Mansfeldischen ist die untere Schieferletten-Etage mit stockartigen, oft sehr regellos gestalteten Gyps-Einlagerungen versehen, welche bisweilen in sehr auffallenden Formen hervortreten, indem der Gyps mit keilförmigen, plattenförmigen oder zackigen Apophysen in den Thon hineingreift, wodurch die Oberfläche dieser Gypsstöcke eine höchst unregelmässige, an die Verhältnisse eruptiver Gesteine erinnernde Begränzung gewinnt; wie beifolgendes, aus Alberti's halurgischer Geologie entlehntes Bild zeigt.



Diebskammer-Gypsbruch bei Eisleben.

Mitunter erscheinen diese Gypsstöcke nach allen Richtungen zerborsten, oder in einzelne Klötze zerstückelt, welche durch rothen Thon, Sand und Gyps zusammengehalten werden; wie denn überhaupt Klüfte, Spalten und Höhlungen zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen gehören. Hier und da behaupten diese Gypsmassen ein so tiefes Niveau, dass sie unmittelbar auf dem Zechsteingypse liegen; (Leinungen). Die merkwürdigen Formen dieser Gypsstöcke mögen ihre Erklärung zum Theil darin finden, dass sie ursprüglich aus Anhydrit bestanden, welcher erst später einer allmäligen Umwandlung zu Gyps unterlag, und dabei eine solche Anschwellung und Aufblähung erfuhr, dass er sich gewaltsam in die aufliegenden Thone eindrängte.

Durch mächtige und weit ausgedehnte Rogenstein-Ablagerungen ist die untere Etage des Buntsandsteins besonders ausgezeichnet im Herzogthum Bernburg und den angränzenden Ländern, wo sich der Rogenstein über mehre Quadratmeilen verbreitet, auch in dem Striche von Wernigerode bis nach Sandersleben, wo er sich auf 8 Meilen Länge fast ununterbrochen als das tiefste Glied der Formation zu erkennen giebt. Eben so erscheint er in dem Landstriche von Magdeburg nach Weserlingen, in der Gegend von Eisleben und Sangerhausen, bei Königslutter und an anderen Orten, und wird nicht selten, eben so wie der bunte Mergel, von Gypsstöcken begleitet. Geinitz ist geneigt, diese Rogensteinbildung noch mit dem Zechsteine zu vereinigen.

2. Mittlere Etage.

Die mittlere und gewöhnlich auch die mächtigste Etage der Buntsandsteinformation wird hauptsächlich von Sandstein gebildet. In ihr herrschen die bald einfarbig rothen, bald buntfarbigen, mehr oder weniger dickschichtigen, theils sehr thonigen und mit Thongallen versehenen, theils auch cämentarmen

und dann oft sehr krystallinischen Sandsteine bei weitem vor, während di Schieferletten, Thone und Sandsteinschiefer nur in schmalen Zwischenlage auftreten, und höchstens in den seltenen Fällen eine grössere Bedeutung gewin nen, wo auch in dieser Etage Gypsstöcke vorkommen.

In sehr vielen Gegenden wird diese Etage nach oben durch weisse ode hellfarbige Sandsteine geschlossen, welche zuweilen eine recht ansehnlich Mächtigkeit erlangen, und deren kaolinartiges Bindemittel hier und da sog einen Gegenstand der Gewinnung bildet; (Steinheide, Elgersburg). Im Allge meinen aber hat diese Etage eine sehr einförmige Zusammensetzung.

Stöcke von Gyps sind in dieser Etage z. B. bei Wiederstädt und Laublinge an der Saale, bei Nebra, Tilleda, Schirmbach und anderwärts bekannt. Das Vor walten weisser Sandsteine in der obersten Abtheilung dieser Etage aber ist i der Gegend von Heidelberg, Jena und Weissenfels, an den Saalufern südlich vo Halle, im Departement der Dordogne, in Shropshire und in vielen anderen Gegenden nachgewiesen worden. Dass der Vogesensandstein nicht nur die untere, sondern wohl auch grösstentheils diese Etage mit repräsentirt, wurde bereits bemerkt.

3. Obere Etage.

Die letzte Etage der Buntsandsteinformation wird in den meisten Territorien von bunten Thonen, Mergeln und Schieferletten gebildet, denen nur noch schmale und oft schieferige Sandsteinschichten eingeschaltet sind, während vielorts, aber keineswegs überall, Gyps, theils als Fasergyps in Lagen und Trümern, theils als körnigschuppiger Gyps, als Thongyps oder Sandgyps, in Stöcken, Lagern und Klötzen auftritt; ja in manchen Gegenden bildet dieser Gyps weit fortsetzende und mächtige Ablagerungen zwischen dem Sandsteine und den bunten Mergeln; so z. B. bei Jena, wo er am Hausberge 150 bis 200 Fuss mächtig ist, und nach oben durch eine an *Rhizocorallium* reiche Dolomitschicht begränzt wird; ferner im Unstrutthale an mehren Orten, in der Gegend von Worbis, wo er bei Hainrode an 100 Fuss mächtig und über eine Meile weit ununterbrochen zu verfolgen ist, im Fürstenthume Waldeck, u. s. w. Ueberhaupt ist es wohl gerade diese Etage, an welche die Gypse der Buntsandsteinformation vorzugsweise gewiesen sind. Dasselbe gilt auch von den seltenen Steinsalzlagern, die bis jetzt in dieser Formation nachgewiesen wurden.

Obwohl die dunkel braunrothe Farbe der Mergel und Thone vorzuwalten pflegt, so verleihen doch die häufigen Wechsel verschiedentlich gefärbter Gesteine, und die band- oder netzartigen Durchflechtungen mit Fasergyps dieser Etage oft ein sehr buntscheckiges Ansehen. Ihre obere Gränze aber wird in vielen Gegenden, wie z. B. im Elsass und in Lothringen, im Schwarzwalde, bei Meiningen u. s. w. durch die oben beschriebenen Wellendolomite gebildet, welche daher als die äussersten Gränzsteine der Buntsandsteinformation zu betrachten sind.

Wenn auch diese obere Etage stellenweise eine recht ansehnliche Mächtigkeit erlangt, wie z. B. bei Rüdersdorf und Jena, wo sie bis 450 Fuss stark wird, so ist sie doch keinesweges überall vorhanden, sondern bisweilen gar nicht zur Ausbil-

dung gekommen. Dasselbe gilt auch mehr oder weniger von der unteren Etage, so dass in einigen Gegenden fast nur die Sandsteinbildung übrig bleibt, in welcher jedoch auch dann noch die Zwischenschichten von Schieferletten und Thon sowohl nach unten als nach oben an Zahl wie an Mächtigkeit bedeutend zunehmen.

Die ganze Buntsandsteinformation ist in allen ihren Gliedern, mit alleiniger Ausnahme mancher Gypsstöcke, immer sehr deutlich und regelmässig geschichtet, auch in ihren meisten und ausgedehntesten Territorien noch horizontal gelagert; nur am Fusse gewisser Gebirge, sowie in einigen stark dislocirten Regionen lässt sie eine mehr oder weniger steil aufgerichtete Schichtenstellung, und einen gefalteten oder gebrochenen Schichtenbau erkennen. Auch folgen sich in der Regel alle Glieder und Etagen in völlig concordanter Lagerung, so wie die ganze Formation dem Zechstein concordant aufgelagert ist, und vom Muschelkalke ganz gleichförmig bedeckt wird, mit welchem letzteren sie überhaupt auf das Innigste verbunden erscheint.

Die hier und da beobachteten Discordanzen der Lagerung zwischen dem Vogesensandstein und dem später gebildeten Sandsteine sind wohl, eben so wie die in der Umgebung der Gypsstöcke vorkommenden Windungen, Aufrichtungen und Zertrümmerungen des Schichtenbaues, nur als locale Erscheinungen zu betrachten.

Ihr ursprüngliches Niveau dürfte die Buntsandsteinformation wohl nirgends mehr besitzen, da sie auf dem Grunde des Meeres gebildet worden ist. In einigen Gegenden ist sie zu bedeutenden Höhen hinaufgedrängt worden, wie z. B. in den Vogesen und im Schwarzwalde, wo sie am Haut-du-Roc und Grand-Donon 3100, am Hornisgrind 3600, am Kniebis über 2900 Fuss aufragt. Die auf den Höhen beider Gebirge vorfindlichen, aus ungeheueren Sandsteinblöcken bestehenden Felsenmeere mögen wohl zum Theil in der späteren Erhebung ihre Ursache haben, da sie unmöglich durch Verwitterung oder durch Strömungen gebildet worden sein können*).

Die Mächtigkeit der Buntsandsteinformation ist in verschiedenen Gegenden sehr verschieden. In Thüringen soll sie nach Credner gewöhnlich zwischen 600 und 900 Fuss betragen; doch ist sie stellenweise weit bedeutender; im nordwestlichen Teutschland wird sie im Mittel auf 800, im Maximo auf 1100 F. veranschlagt; bei Mondorff im Grossherzogthum Luxemburg ist die Formation in ihrer ganzen Mächtigkeit mit 975 Fuss durchbohrt worden. Der Vogensandstein allein wird in den Vogesen stellenweise über 1200 Fuss mächtig, während die darauf folgenden Sandsteine und Mergel im Elsass nur 100, und in Lothringen 150 bis 200 Fuss mächtig sind.

Wo der bunte Sandstein in grösseren und stetig ausgedehnten Ablagerungen auftritt, da bildet er entweder Plateaus oder auch Bergketten, welche durch tief einschneidende, gewundene Thäler mit schroffen Felsengehängen in breite Jöcher getheilt werden, auf den Höhen eine sehr einförmige Ausdehnung zeigen, in den Thälern aber eine grosse Manchfaltigkeit der Formen entfalten, unter denen sich bisweilen sehr auffallende und abenteuerliche Felsgestalten auszeich-

*) G. Leonhard, Geogn. Skizze des Grossherz. Baden, S. 68.

nen. Wo er am Abfalle von Gebirgen zu grösseren Höhen aufsteigt, oder selbs den Gebirgsrücken bildet, da erscheint er auch in grossartigeren Bergformen welche bisweilen auf ihren Gipfeln von Felsenmeeren oder Blocklabyrinthen bedeckt werden, während ihre Abhänge von tiefen, schroffen Schluchten durchrissen sind.

§. 394. *Organische Ueberreste der Buntsandsteinformation.*

Die Buntsandsteinformation ist im Allgemeinen sehr arm an organischen Ueberresten, und lässt gewöhnlich in ihrer ganzen Mächtigkeit keine einzige fossilhaltige Schicht erkennen; nur einzelne Gegenden machen eine Ausnahme, indem sie in gewissen Schichten eine ziemliche Menge von theils vegetabilischen, theils animalischen Ueberresten geliefert haben, von welchen letzteren es schon v. Schlotheim erkannte, dass sie mit denen des Muschelkalkes wesentlich identisch sind*). Der eigentliche Vogesensandstein, die bunten Thone und der Gyps sind in der Regel ganz frei von Fossilien; wogegen die thonigen Sandsteine, gewisse Mergel, besonders aber der Wellendolomit als die hauptsächlichen Lagerstätten derselben zu betrachten sein dürften. Ueberhaupt aber finden sich die organischen Ueberreste fast nur als Steinkerne und Abdrücke, mit Ausnahme der wirklich petrificirten Hölzer.

Berühmt sind, namentlich wegen ihrer Pflanzenreste, die Steinbrüche von Sulzbad oder Soultz-les-Bains und Wasselonne im Dép. du Bas-Rhin, die von Ruaux (bei Plombières), von Fontenay, Domptail und Epinal im Dép. des Vosges, die von Bubenhausen bei Zweibrücken und von Durlach in Baden. Die Gegend von Sulzbad, Domptail, Ruaux, Jena, Bernburg und die Wellendolomite des Schwarzwaldes haben besonders viele thierische Ueberreste geliefert.

Die Pflanzenreste erscheinen meist als braun gefärbte Abdrücke und Steinkerne theils im Sandsteine, theils in den ihn begleitenden Mergeln und Schieferthonen; doch kommen auch oft Fragmente von Coniferenholz vor, welche durch Eisenoxydhydrat und Kieselthon versteinert sind. Einige der wichtigsten und zum Theil sehr charakteristischen Pflanzenformen sind folgende**):

Calamites arenaceus Brong.
Crematopteris typica Schimp.
Caulopteris Voltzii Schimp.
Anomopteris Mougeotii Schimp.
Cottaia Mougeotii Schimp.
Pleuromeia Sternbergi Germ.
Palaeoxyris regularis Brong.
Aethophyllum speciosum Brong.
Schizoneura paradoxa Schimp.
Echinostachys oblonga Brong.
Voltzia heterophylla Brong.
Albertia elliptica Schimp. = *Haidingera ell.* Ung.

Unter den hier genannten Pflanzen sind unstreitig *Calamites arenaceus*, *Anomopteris Mougeotii* und *Voltzia heterophylla* als die drei häufigsten, verbreitetsten und daher wichtigsten hervorzuheben.

*) Freiesleben, geognostische Arbeiten, Bd. IV, 1815, S. 278.

**) Schimper und Mougeot haben eine treffliche Arbeit über die Pflanzenreste des Buntsandsteins der Vogesen unter dem Titel: *Monographie des plantes fossiles du grès bigarré*, 1844 geliefert.

Von thierischen Ueberresten sind, mit Ausnahme von Saurierknochen und anderen Spuren von Reptilien, bis jetzt nur solche gefunden worden, welche auch im Muschelkalke vorkommen, so dass die Fauna des Buntsandsteins mit jener des Muschelkalkes identisch, und nur noch etwas ärmer ist, als diese. Die Conchylien finden sich, wie Voltz und Quenstedt bemerken, in einem eigenthümlichen Zustande; die Schalen derselben, mit Ausnahme jener von *Lingula* und *Terebratula*, sind nämlich völlig verschwunden, haben aber nur äussere Abdrücke und diesen entsprechende äussere Steinkerne hinterlassen, so dass eigentliche innere Steinkerne gar nicht vorkommen.

Quenstedt nennt diess eine, der ganzen Trias eigenthümliche Steinkernbildung, bei welcher nicht, wie gewöhnlich, blos die hohlen Räume der Muscheln ausgefüllt sind, sondern die Steinkernmasse auch an die Stelle der frühern Schale getreten ist. Die Schale musste sich daher schon chemisch zersetzen, während der Kalkschlamm noch nachdrang. Jedenfalls aber sei diese, bisher so wenig beachtete Beschaffenheit der Steinkerne eines der wichtigsten Merkmale für die Wiedererkennung des Wellendolomites, sowie der ganzen Muschelkalkformation in vielen Ländern. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 30.

Die wichtigsten thierischen Formen aus den Schichten der Buntsandsteinformation sind etwa folgende:

Rhizocorallium Jenense Zenk., bei Jena, in den über dem Gypse liegenden unreinen Dolomitlagen.
Lingula tenuissima Bronn.
Terebratula vulgaris Schloth.
Pecten laevigatus Bronn.
. . . . *discites* Bronn.
Lima striata Desh.
. . . *lineata* Desh.
Posidonomya minuta Bronn*).
Gervillia socialis Quenst.
. . . . . *costata* Quenst.
Avicula Albertii Gein.
Mytilus eduliformis Bronn.
Myophoria vulgaris Bronn.
. . . . . . *curvirostris* Bronn.
Myophoria laevigata Alb.
. . . . . *cardissoides* Alb.
Myacites musculoides Schloth.
. . . . *ventricosus* Schloth.
. . . . *elongatus* Schloth.
. . . . *mactroides* Schloth.
Turbonilla scalata Goldf.
Melania Schlotheimii Quenst.
Natica Gaillardotii Lefroy.
Trochus Albertinus Ziet.
Ceratites Buchii, nach Quenstedt häufig im Wellendolomite Schwabens, als kleine, verkieste, niemals zollgrosse Steinkerne.
Pemphix Albertii Mey.
Trematosaurus Brauni Burm.
Chirotherium Barthii Kaup.

Man kennt auch noch Ueberreste von anderen Sauriern, Fischzähne u. s. w. Besonders interessant aber und schon vielorts nachgewiesen sind Fusstapfen von *Chirotherium* und anderen Reptilien. Ausser den zuerst bekannt gewordenen von Corncockle-Muir im Annanthale in Dumfriesshire, über welche Jardine eine Monographie unter dem Titel *The Ichnology of Annandale* herausgegeben hat, kennt man namentlich die grösseren Fährten von Hessberg bei Hildburghausen, von Storetonhill und Tarporley in Cheshire, von Jena, von Kahla und von ande-

*) Oder *Estheria minuta* nach Jones, welcher dieses in der Trias so häufige Fossil als die Schale eines Crustaceen betrachtet. Beyrich hält die im Buntsandsteine vorkommende *Posidonomya* für eine besondere Species, welche er als *P. Germari* einführt. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. IX, S. 377.

ren Orten, so dass sie gar nicht mehr zu den seltenen Erscheinungen gehöre und dass die Thiere, von welchen sie herrühren, während der Bildungsperiode des Buntsandsteins ziemlich verbreitet gewesen sein müssen*).

Zweites Kapitel.

Muschelkalkformation.

§. 395. *Gesteine der Muschelkalkformation.*

Die Formation des Muschelkalkes, welche Leopold v. Buch eine vorzugsweise teutsche Formation nannte, ist in der That nirgends in Europa so verbreitet, aber auch nirgends so genau erforscht worden, als in Teutschland, daher sich denn auch unsere Schilderung zunächst auf ihre Ausbildungsweise in diesem Lande beziehen wird.

Der Name Muschelkalk rührt von Füchsel her, welcher schon im Jahre 176 eine *series testaceo-calcarea* aufführte, und 1773 zuerst den Ausdruck Muschelkalkgebirge gebrauchte. Die Franzosen bedienen sich theils der Uebersetzung *calcair coquillier* oder *calcaire conchylien*, theils auch unmittelbar des teutschen Wortes welches die Engländer gleichfalls adoptirt haben. Der Name hat nun einmal Eingang gefunden, und wird nicht so leicht durch einen anderen verdrängt werden obgleich er nicht ganz passend ist, weil viele Schichten des Muschelkalkes keine Fossilien enthalten, und weil die Kalksteine anderer Formationen zum Theil noch weit reicher an Muscheln sind, als die des Muschelkalkes.

Wie der Name besagt, ist dieses mittlere Glied der Trias vorzugsweise eine Kalksteinformation; allein ausser den eigentlichen Kalksteinen und Mergeln spielen auch noch Dolomit, Gyps, Anhydrit, Salzthon und Steinsalz eine sehr wichtige Rolle. Doch sind Kalkstein, Mergel und Dolomit als die bei weitem vorherrschenden Gesteine zu betrachten, während die vier zuletzt genannten Gesteine keine so allgemeine Verbreitung besitzen, obgleich sie in anderer Hinsicht eine sehr grosse Bedeutung erlangen. Von Kohlen werden nur seltene und ganz unbedeutende Spuren erwähnt.

1. Kalksteine.

Die Kalksteine der Formation sind zwar sehr manchfaltig, und treten auch in verschiedenen Gegenden mit verschiedenen Eigenschaften auf, wie diess ja bei sedimentären Gesteinen zu erwarten ist. Desungeachtet erscheinen fast überall gewisse Varietäten mit ziemlich bestimmten Eigenschaften, auch ungefähr in demselben Niveau, und sind daher mit besonderen Namen belegt worden. Als die wichtigsten, weit verbreiteten und wohl charakterisirten Varietäten sind der Wellenkalk, der Schaumkalk, der Hauptmuschelkalk, der Terebratulakalk, und der Enkrinitenkalk, als minder wichtige und nur sehr untergeordnete Varietäten sind die oolithischen und glauko-

*) Daubrée hat es wahrscheinlich zu machen gesucht, dass diese Thiere wirklich Säugethiere, und nicht Reptilien gewesen sind. *Comptes rendus, t.* 45, 1857, *p.* 647.

nitischen Kalksteine zu erwähnen. Die meisten dieser Kalksteine enthalten ausser dem kohlensauren Kalke mehr oder weniger Carbonat von Magnesia und Eisenoxydul, auch etwas Thon oder Thonerdesilicat, und gehen daher einerseits in Dolomit, anderseits in Mergel über.

Um die Erforschung der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Gesteine der Muschelkalkformation haben sich besonders C. Gmelin, Karsten, Wackenroder, v. Bibra, Geinitz, Schmid und Bornemann verdient gemacht. Böringer, Schramm und Fehling haben auch in manchen Varietäten einen kleinen Gehalt von Kali und Natron nachgewiesen.

a. Wellenkalk. So nannte Glenk die oft sehr mächtig entwickelten Kalksteine der unteren Etage der Formation wegen der auffallend undulirten Oberfläche ihrer meist sehr dünnen Schichten. Dieser Kalkstein ist immer grau, zumal blaulich-, asch-, rauch- bis schwärzlichgrau, obwohl schmutziggelb verwitternd, dicht oder erdig, selten körnig, im Bruche muschelig und feinsplitterig, meist etwas bituminös, überhaupt in seiner Masse dem sogenannten Hauptmuschelkalke ganz ähnlich, von welchem er sich jedoch durch weit dünnere Schichtung, durch die wellenförmig runzelige Oberfläche seiner Schichten, und durch die fast beständige Verflechtung mit Mergel unterscheidet.

Wegen dieser wellenförmigen Falten und Runzeln erscheinen die Schichtungsflächen flach gerippt und gefurcht, was noch dadurch ganz besonders gesteigert wird, dass die Oberfläche der Schichten sehr häufig mit Schlangenwülsten oder wurmförmigen Kalksteingebilden bedeckt ist. Die einzelnen Schichten werden durch schmale Lagen von Mergel abgesondert, in welchen sich oft langgezogene Wülste und Schwülen von Kalkstein eindrängen, die ihm gleichfalls eine undulirte Structur und häufig, zumal im verwitterten Zustande, fast ein breccienähnliches Ansehen ertheilen. Diese eigenthümliche Schichtungsform ist daher sehr charakteristisch für den Wellenkalk und seine Mergel, und hat auch den Namen veranlasst.

Mit ähnlichen Eigenschaften ist dieser Wellenkalk über einen grossen Theil von Teutschland verbreitet, in Baden und Würtemberg wie in Thüringen, in Braunschweig und Hannover wie in Oberschlesien, und überall bildet er das vorwaltende Gestein des unteren Formationsgliedes. In einigen Gegenden, wie z. B. im südlichen Schwarzwalde, wird er jedoch durch dunkelgraue, dolomitische Wellenmergel vertreten. Er ist gewöhnlich arm an Versteinerungen, obgleich sie stellenweise auch ziemlich häufig vorkommen.

b. Schaumkalk. Dieser Kalkstein ist in der Regel viel weniger mächtig als der Wellenkalk, aber sehr ausgezeichnet durch seine Eigenschaften, und sehr wichtig als einer der besten Bausteine im Bereiche der ganzen Formation. Gewöhnlich erscheint er schmutzig gelblich- oder röthlichweiss, hellgelb bis grau, bisweilen licht ziegelroth (Meiningen), ja selbst zinnoberroth (Dittishausen an der Wutach), einfarbig oder gestreift; er zeigt stets eine auffallende, feinporose, unter der Loupe fast schwammartig erscheinende Textur, deren runde, wie Nadelstiche aussehende Poren jedoch schon mit dem blossen Auge zu erkennen sind; mitunter ist er auch etwas oolithisch, daher Quenstedt und v. Strombeck vermuthen, dass die Poren von zerstörten Oolithkörnern herrühren dürften. Seine Porosität macht ihn weich und zäh, weshalb er sich leicht bearbeiten

lässt und unter dem Hammer mehlig anschlägt; daher der triviale Name **Meh batzen.**

Nach einer Analyse von Schmid ist er fast reiner kohlensaurer Kalk. Er bild 3 bis 6 Fuss mächtige Schichten, und kommt in verschiedenen Höhen, besonde aber in der unteren Etage über dem Wellenkalke vor, wo er in Braunschweig 3 bis 40, bei Rüdersdorf unweit Berlin sogar 200 Fuss mächtig sein soll. Gewöhn lich ist er sehr reich an Versteinerungen, und die Stylolithen (I, 489) schein nirgends schöner vorzukommen, während ihm die Schlangenwülste fehlen. B seiner Leichtigkeit, Trockenheit und Zähigkeit liefert er einen ganz vorzüglich Baustein.

c. Hauptmuschelkalk. Dieser Kalkstein, welchen v. Alberti als Kalk stein von Friedrichshall, v. Strombeck als typischen Muschelkal bezeichnet, ist gewöhnlich grau von denselben Nüancen wie der Wellenkalk bisweilen auch braun oder gelb, in der Regel dicht oder erdig, selten körnig jedoch häufig mit eingesprengten Kalkspathkörnern (den Stielgliedern von En kriniten) versehen; im Bruche zeigt er sich flachmuschlig bis eben, *splitterig* oder erdig; oftmals ist er sehr thonig, zuweilen bituminös, oder auch mit Kieselerde imprägnirt, auch stellenweise dolomitisch. Obgleich übrigens das Gestein nach Farbe, Textur und Bruch mancherlei Verschiedenheiten zeigt, deren oft mehre in einem und demselben Handstücke hervortreten, so ist dasselbe doch immer als Kalkstein ausgebildet. Die Schichten sind ebenflächig, einige Zoll bis 2 Fuss mächtig, und werden auf ihren Wechseln durch gelblichen oder grünlichgrauen Mergel abgesondert, welcher Lagen von einer Linie bis zu mehren Zoll Stärke bildet, und mit dem Kalkstein durch raschen Uebergang sehr innig verbunden zu sein pflegt. Die weit mächtigeren, mehr ebenflächig ausgedehnten und begränzten, und zugleich reineren Schichten sind es, welche diesen Kalkstein besonders vom Wellenkalke unterscheiden.

Auch ist er im Allgemeinen weit reicher an Versteinerungen, welche jedoch mit dem Gesteine fest verwachsen, und daher schwer herauszuschlagen sind; auf der Oberfläche der Schichten aber treten sie deutlich und oft familienweise in grosser Anzahl hervor; auch die Schlangenwülste sind *auf den* Schichtenfugen bisweilen in grosser Menge abgelagert.

Zuweilen ist dieser Kalkstein so reich an Kieselerde, dass er sehr hart wird, und Nieren oder auch förmliche Lagen von Hornstein oder Flint, mitunter auch Quarzdrusen, umschliesst; dann sind wohl auch manche Versteinerungen in Chalcedon verwandelt (Rottweil). Von anderen accessorischen Beimengungen werden besonders Braunspath, Kalkspath, Cölestin, selten Baryt, ferner Aragonit, Eisenkies, Bleiglanz und Zinkblende erwähnt. — Von besonderen Gesteinsformen sind ausser den Stylolithen faust- bis kopfgrosse Kugeln zu nennen, welche jedoch selten vorkommen, in der Mitte zum Theil drusig sind, und etwas Wasser enthalten. Gewöhnlich ist das Gestein nur stark zerklüftet oder auch quaderförmig abgetheilt, und gewährt, bei der beständigen Abwechselung von dicken Kalkschichten mit schmalen Mergellagen, einen sehr monotonen Anblick.

d. Terebratulakalk. Einzelne, aber oft mächtige Schichten des Muschelkalkes bestehen fast gänzlich aus dicht über einander liegenden Ueberresten von *Terebratula vulgaris* (zumal der kleinen, von Zenker als *cycloides* bezeich-

neten Varietät), und sind daher Terebratulakalk oder Terebratulitenkalk genannt worden, obgleich sie auch noch andere Conchylien, sowie nicht selten Enkrinitenglieder umschliessen.

Diese Kalksteine sind gewöhnlich licht röthlichgrau, durch Eisenocker gefleckt, und zeigen die Formen der Muscheln besonders deutlich auf der verwitterten Oberfläche, im frischen Bruche aber die krummen, perlmutterglänzenden Spaltungsflächen ihrer Schalen.

Man kennt sie besonders in der unteren Etage der Formation in vielen Gegenden; so z. B. im Saalthale von Jena abwärts, bei Meiningen, bei Luneville, in der Provence, und gewinnt aus ihnen gleichfalls sehr brauchbare Bausteine.

e. Enkrinitenkalk. Andere Schichten bestehen grösstentheils aus zahllosen, in Kalkspath verwandelten Stielgliedern von *Encrinus liliiformis*, welche entweder dicht in einander gefügt, oder auch durch gelben Thon oder durch schwammigen Kalkstein verkittet sind; ihr Gestein ist daher Trochitenkalk oder Enkrinitenkalk genannt worden.

Dasselbe erscheint krystallinisch-grobkörnig, weil die Kalkspath-Individuen der Trochiten meist ziemlich gross sind; gewöhnlich ist es licht grau oder gelb, mit rostfarbigen Flecken, nicht sehr fest, bei der Verwitterung zerbröckelnd, oft zellig durch ausgewitterte Muschelschalen, und geht durch allmäliges Ueberhandnehmen des Bindemittels und durch Zurücktreten der Enkrinitenglieder in gewöhnlichen Kalkstein über.

Diese Schichten kommen nicht selten in der unteren wie in der oberen Etage der Formation vor, und pflegen in einer und derselben Gegend einen sehr bestimmten Horizont, oder eine bestimmte bathrologische Stelle zu behaupten.

Auf ähnliche Weise giebt es andere Schichten von mehr oder weniger bestimmtem Horizonte, welche sehr vorwaltend von *Turbo gregarius*, oder von *Gervillia socialis*, oder auch von *Lima striata* gebildet werden, daher man sie wohl zuweilen Turbinitenkalk, Gervillienkalk, Lima- oder Striatakalk genannt hat. Doch dürften diese Unterscheidungen wohl nur einen localen Werth innerhalb beschränkter Beobachtungsfelder haben. Auch breccienartige Kalksteine, welche gewöhnlich als förmliche Muschelbreccien erscheinen, und selbst conglomeratähnliche Varietäten sind hier und da beobachtet worden.

Dergleichen fast nur aus Muschelfragmenten bestehende Varietäten werden häufig erwähnt; ein wirkliches Coglomerat, aus flachen, 2 bis 4 Zoll langen und breiten, aber nur 1/4 bis 1/2 Zoll dicken, völlig abgerundeten Geröllen eines compacten, dunkelblaugrauen Kalksteins bestehend, welche, der Schichtung vollkommen parallel, von Schaumkalk umschlossen werden, beobachtete v. Strombeck am Elme, und eine Breccie aus eckigen Kalksteinfragmenten und dolomitischem Cäment am Hardewege in Braunschweig. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 176 und 145.

f. Oolithischer Kalkstein. Dergleichen Kalksteine gewinnen zwar erst in der Juraformation eine grosse Bedeutung, kommen aber, obwohl als seltenere Erscheinungen, auch in der Muschelkalkformation vor, wie wir sie ja bereits in älteren Formationen kennen gelernt haben.

Man kennt oolithischen Kalkstein z. B. am Seeberge bei Gotha, wo er eine 5 bis 6 Fuss mächtige Ablagerung in einem sehr bestimmten Niveau an der unteren Gränze der oberen Etage bildet; ein lichtgrauer, dichter Mergelkalkstein umschliesst

viele, bis liniengrosse, concentrisch-schalige Oolithkörner, deren Mittelpunkt von Glaukonit gebildet wird. Credner, im Neuen Jahrb. für Min. 1839, S. 3 Bei Jena kommt eine 2 Fuss starke bräunlichgraue Schicht vor, deren Oolithkör theils kugelrund, theils linsenförmig sind, und aus abwechselnd braunen und gr gelben Schalen bestehen. Schmid, das Saalthal, S. 25. In der Gegend von Bra schweig erlangen die oolithischen Gesteine nach v. Strombeck eine Mächtig von 6 bis 18 Fuss, und bestehen aus schmutzig gelblichweissem bis rauchgrau Kalksteine mit gelben, hirsekorngrossen, runden Körnern. Zeitschrift der deutsc geol. Ges. I, 143. Auch in der Gegend von Hildesheim sind nach Römer die oo thischen Kalksteine bis 20 Fuss mächtig. Ebend. III, 487. Eben so finden sich d gleichen Gesteine bei Marbach und Donaueschingen, in den Vogesen und and wärts.

g. Glaukonitischer Kalkstein. Noch seltener als die oolithisch Kalksteine sind graue, mergelige, mit Glaukonitkörnern erfüllte Kalkstein deren Glaukonitgehalt bisweilen so bedeutend wird, dass das ganze Geste grün erscheint.

Solche Kalksteine sind z. B. bei Rüdersdorf unweit Berlin bekannt; auch a Schösserberge bei Mattstädt zwischen Weimar und Eckartsberga, von wo sie Geini und Schmid genauer beschrieben haben. Geinitz, Beitr. zur Kenntniss des Thü Muschelkalkes, 1837, S. 8. Zenker fand sie an mehren Punkten zwischen der Saal und Ilm, Credner am Seeberge bei Gotha, und Elie de Beaumont gedenkt ihrer au den Vogesen. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 135.

2. Mergel und Mergelschiefer.

Der Mergel, dessen Zwischenlagen die Schichten des Wellenkalkes un Hauptmuschelkalkes absondern, erlangt bisweilen eine mehr selbständige Ausbildung, und bildet dann Schichtensysteme von Mergel und Mergelschiefer welche sich bald als Kalkmergel, bald als Dolomitmergel erweisen, oft sehr bituminös und dann dunkelgrau sind, gewöhnlich aber Schwülen und Knauer von Kalkstein umschliessen.

Aehnliche Gesteine erscheinen auch in der mittleren Etage der Formation, als Begleiter des Gypses, Anhydrites und Steinsalzes, und pflegen dann meist den Charakter von dolomitischen Mergeln zu haben, oder auch dem sogenannten Salzthone sehr nahe zu stehen.

3. Dolomit.

In sehr vielen Regionen der Muschelkalkformation treten dolomitische Gesteine auf, welche bisweilen die normale Zusammensetzung des Dolomites, öfter jedoch einen Ueberschuss von kohlensaurem Kalk besitzen, nicht selten auch reich an kohlensaurem Eisenoxydul sind. Diese Dolomite erscheinen in mancherlei Varietäten, als krystallinisch-körnige Gesteine, als sogenannte Zellendolomite, als dolomitische Mergel, bisweilen auch als dolomitische Breccien. Eine ganz vorzügliche Wichtigkeit erlangen sie in den Alpen und in Oberschlesien. Sie sind oft reich an Thonerdesilicat, oder an Kieselerde, welche letztere häufig in Kugeln, Knollen, Nestern und Lagen von Hornstein oder Flint, bisweilen auch zu Krystallen und Drusen von Quarz soncentrirt ist: sie enthalten ausserdem oft Drusen und Trümer von Braunspath, und gar nicht selten deutlich erkennbare Fossilien.

Schon Heim beschrieb die Dolomite der Gegend von Meiningen, und die merkwürdigen Verhältnisse, in welchen sie zu den übrigen Gesteinen des dortigen Muschelkalkes stehen; Verhältnisse, aus denen sich ergiebt, dass sie als metamorphische Dolomite zu deuten sind; vergl. Band I, S. 764. In Braunschweig wird die mittlere Etage der Formation von gelblichgrauen, ebenflächig geschichteten, dolomitischen Mergeln gebildet, welchen mächtige Bänke von körnigem Dolomit eingelagert sind; in der unteren Etage aber kennt man eine gelblichbraune Dolomitschicht am Lindenberge bei Thiede. Im südlichen Theile des Schwarzwaldes erscheinen in der unteren Etage dolomitische Wellenmergel an der Stelle des Wellenkalkes, während im nördlichen Schwarzwalde in der mittleren Etage die Zellendolomite sehr verbreitet sind, deren eckige Zellen mit einer erdigen Substanz oder auch mit gleichgestalteten Brocken von Schieferletten erfüllt sind, welche dem Gesteine ein ganz eigenthümliches Ansehen geben. Diese Zellendolomite, welche gewöhnlich über dem Steinsalze liegen und eine grosse Mächtigkeit gewinnen, enthalten Schichten von bituminösem Feuerstein, der mit grauen linsenförmigen Concretionen erfüllt ist, durch deren Auswitterung er ein sehr auffallendes Ansehen erhält; auch kommen hier und da rauchgraue Quarzkrystalle der Combination ∞P.P vor. Quenstedt, das Flötzgebirge Würtembergs S. 49 und 53. In den Vogesen sind ebenfalls Zellendolomite sehr gewöhnlich in der oberen Etage der Formation, und bei Bourbonne-les-Bains entspringen die Thermen aus einem vollkommenen Dolomite. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 82.

Hierher gehören auch die von Hausmann so genannten Eisendolomite, welche durch gelblichgraue bis gelbe Farbe und feinkörnige Textur sowie durch ihre Verwitterung zu lockeren sandigen Aggregaten ausgezeichnet sind, auch bisweilen Stielglieder von Enkriniten enthalten, die jedoch aus Kalkspath bestehen. Sie finden sich am Hainberge bei Göttingen und an anderen Punkten des nordwestlichen Teutschland; an dem genannten Berge zugleich mit gewöhnlichem Dolomite, welcher reich an cylindrischen Cavitäten, den Abdrücken von Stielstücken des *Encrinus liliiformis* ist, deren Kalkspath meist entfernt und durch kleine Dolomit-Rhomboëder ersetzt worden ist, welche die Wände der Cavitäten bekleiden. Neues Jahrb. für Min. 1854, S. 478 ff.

4. Gyps.

Der Gyps der Muschelkalkformation ist gewöhnlich dicht oder körnig, bisweilen grobschuppig, oder auch porphyrartig durch dunkler gefärbte grössere Krystalle; weiss, grau bis schwarz; häufig durch Bitumen dunkelfarbig gestreift, gebändert, geadert oder gewolkt; immer mit Thon, und oftmals mit Anhydrit vergesellschaftet. Fasergyps kommt theils innerhalb, theils in der Umgebung dieses herrschenden Gypses vor, welcher, eben so wie der Anhydrit, der Salzthon und das Steinsalz wesentlich an die mittlere Etage der Formation gebunden ist.

Dieser Gyps bildet bald nur die oberen oder peripherischen Theile von Anhydritstöcken, bald auch selbständige Stöcke und Klötze von linsenförmiger oder ganz unregelmässiger Gestalt, und ist der Erosion durch das Wasser sehr unterworfen, daher er das eigentliche Gebiet für die Ausbildung von Höhlen und Erdfällen liefert. Er ist wohl grossentheils als metamorphosirter Anhydrit zu betrachten, wird daher in den Gruben nur selten angetroffen, während über Tage lediglich Gyps und kein Anhydrit vorkommt. Die Anschwellung, welche der Anhydrit bei seiner Umwandlung zu Gyps erfuhr, erklärt auch die merkwürdigen Formen der Gypsstöcke und die höchst auffallenden Schichtenstörungen in ihrer Umgebung. Als secundäre

Bildungen enthält er bisweilen rundliche Nieren von **Glaubersalz** und Trü
von faserigem **Bittersalz** (Grenzach bei Basel). Da die bekannten Gypse
Lüneburg und Segeberg der Muschelkalkformation angehören, so ist auch **Bora**
als ein interessanter accessorischer Bestandtheil zu erwähnen. Auch finden sich
Gypse des Kalkberges bei Lüneburg vollständig ausgebildete graue Quarzkrystall

5. **Anhydrit.**

Der Anhydrit erscheint meistentheils körnig bis dicht, graulichweiss
rauchgrau, bisweilen braun oder schwarz, selten blau; er ist fest und schv
zersprengbar, oft salzig, ja selbst von Steinsalztrümern durchzogen, biswei
auch bituminös, sehr häufig aber mit grauem Thon durchflochten, welcher a
mitten in ihm Stöcke und Nester bildet. An der Luft wird er allmälig bleich u
trübe, was in einer Aufnahme von Wasser und in der dadurch bewirkten U
wandlung zu Gyps begründet ist.

Er bildet wie der Gyps stockartige Ablagerungen, welche in der Regel kei
Spur von Schichtung erkennen lassen, und, gewöhnlich in der Begleitung v
Steinsalz, in der mittleren Etage der Formation auftreten.

6. **Salzthon.**

Der Salzthon ist ein fast beständiger Begleiter des Anhydrites, welchen
umhüllt, oder in stockartigen Massen erfüllt, bisweilen auch gänzlich verdräng
Er ist dunkelgrau, mehr oder weniger gesalzen, nach allen Richtungen von Fa
sergyps durchzogen, oder auch mit Gyps und Anhydrit durchwachsen, welch
beide Mineralien oft so innig mit ihm verbunden sind, dass ein eigenthümliche
Mittelgestein zwischen Gyps und Salzthon zum Vorschein kommt.

Dieses Gemeng ist die sogenannte **Hallerde**, welche gepocht als ein kräftiges
Düngmittel benutzt, und daher zu Sulz am Neckar in bedeutender Menge gefördert
wird. Der Salzgehalt des Thones giebt sich auch durch Ausscheidungen von Stein-
salz in der Form von Körnern, Nestern und Trümern zu erkennen.

7. **Steinsalz.**

Das Steinsalz der Muschelkalkformation erscheint in sehr verschiedenen
Varietäten; gewöhnlich ist es farblos oder weiss und grau, bisweilen auch gelb
oder roth, bald einfarbig, bald gefleckt, gestreift oder geadert, in den reinsten
Varietäten wasserhell, ausserdem nur mehr oder weniger durchscheinend; seine
Textur ist meist blätterig und körnig, nur in den Trümern und Schmitzen fase-
rig; sehr häufig wird es von Anhydrit und Salzthon durchzogen.

Das Steinsalz bildet nämlich theils Lager, theils grössere Stöcke von 20 bis 100
Fuss Mächtigkeit, theils kleinere Stöcke, Klötze, Nester, Trümer und Schmitzen,
welche alle im Salzthone und Anhydrite eingeschlossen sind, und oft von Schweifen
und Nestern dieser beiden Gesteine durchflochten werden.

8. **Kohlen.**

Eigentliche Kohlenflötze sind bis jetzt in der Muschelkalkformation noch
nicht vorgekommen, indem die sogenannte Lettenkohle schon zu der Keuperfor-
mation gehört; was man ausserdem von kohligen Substanzen bei Jena und Tar-
nowitz kennt, ist kaum der Erwähnung werth.

Schmid fand in den untersten cölestinführenden Schichten des Muschelkalkes bei Wogau unweit Jena kleine, höchstens handgrosse, und 3 bis 8 Linien dicke Schmitzen einer pechschwarzen, im Bruche muscheligen, sehr schwer verbrennlichen Kohle. Bei Tarnowitz liegt nach Krug v. Nidda auf der Gränze des Sohlkalksteins und Dolomites in der Regel eine schwärzlichgraue Lettenschicht, die zuweilen eine sehr schwache Lage bröcklicher, pechschwarzer Kohle enthält. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 211.

9. Erze.

Wichtiger erscheinen die hier und da vorkommenden Erzlagerstätten, unter welchen vor allen die bedeutenden Zinkspath- und Galmeilager von Tarnowitz in Oberschlesien, Olkucz in Polen und Wiesloch in Baden zu nennen sind, obgleich ihre Bildung erst lange nach der Ablagerung des Muschelkalkes statt gefunden hat. Auch Bleiglanz und andere Bleierze, Zinkblende, Brauneisenerz und Bohnerz sind theils an den genannten Orten, theils anderwärts in bauwürdiger Menge nachgewiesen worden.

Die interessanten Verhältnisse der Oberschlesischen Erzlagerstätten werden weiter unten in §. 400 zur Erwähnung kommen. Bei Bonndorf in Baden findet sich nach G. Leonhard ein kleines Bleiglanzlager, und bei Dürrheim Zinkblende in der Form von Nestern. Ueberhaupt kommen Bleiglanz und Zinkblende eingesprengt nicht so gar selten im Muschelkalke vor, wogegen Kupferkies, Kupferlasur und Malachit nur von wenigen Punkten erwähnt werden. Bei Nagold in Würtemberg findet sich Bohnerz, wie denn auch die in grossen Trichterstöcken bei Fluorn, Dornhan u. a. O. zwischen der Enz und dem Neckar vorkommenden Bohnerze nach v. Alberti's Vermuthung aus dem Muschelkalke stammen dürften. Lager von thonigem Sphärosiderit finden sich nach Nöggerath bei Michelstadt im Odenwalde.

Wir haben nun noch einiger besonderen Erscheinungen im Muschelkalke zu gedenken, welche zum Theil sehr charakteristisch für ihn sind, weil sie in anderen Formationen kaum in gleicher Vollkommenheit und Häufigkeit anzutreffen sein dürften; dahin gehören die bereits erwähnten Schlangenwülste, oder wurmförmigen Concretionen, die Stylolithen, und die bisweilen vorkommenden cylindrischen Löcher.

Die Schlangenwülste, welche gewöhnlich auf der Oberfläche der Schichten ausgebreitet sind, bisweilen aber auch in sie hineingreifen, können in der That als eine dem Muschelkalke recht eigenthümliche Erscheinung bezeichnet werden. Es sind langgestreckte, cylindrische, doch oft abgeplattete oder breit gedrückte, wurm- oder schlangenförmig gekrümmte, bisweilen verzweigte Wülste, welche sich vom Gesteine gewöhnlich leicht und mit glatter Oberfläche ablösen lassen; ihre Dicke schwankt von der eines Strohhalmes bis zu der eines Armes; doch sind die schmäleren, federkiel- bis fingerdicken häufiger, als die stärkeren; nicht selten erscheinen sie hufeisenförmig gekrümmt, in welchem Falle die beiden Schenkel des Hufeisens oftmals durch eine dazwischen wie ein Vorhang ausgespannte, mit bogenförmigen, parallelen Falten versehene Kalkplatte verbunden sind*). Bornemann bemerkt, dass sie oft eine fast regelmässige Gliederung, oder eine parallele Streifung ihrer Oberfläche wahrnehmen lassen, welche, eben so wie ihre Form,

---

*) Emmrich vergleicht diese Formen mit einer halben Schuhsohle, welche einen wulstigen Rand hat. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, S. 84.

auf einen organischen Ursprung zu verweisen scheinen*). Neues Jahrb. Min. 1852, S. 18. Anfänglich hielt man sie für versteinerte Schlangen, später Fucoiden, an welche sie wohl am meisten erinnern, während Schübler sie für s pulaähnliche Wesen, Klöden für Koprolithen, v. Alberti und Andere für blose fällige Concretionsformen erklärten. Bis jetzt ist, wie Bornemann sagt, über Wesen und den Ursprung dieser Wülste noch so viel wie nichts bekannt und fe gestellt, obwohl sie in so enormer Menge auftreten, und als leitendes Merkmal die Muschelkalkformation wohl einige Aufmerksamkeit verdienen.

Mögen sie nun Phytomorphosen oder Zoomorphosen sein, jedenfalls bild sie eine höchst wichtige Erscheinung, da sie nicht nur im Wellenkalke, sonde auch im Hauptmuschelkalke, also in der unteren wie in der oberen Etage der Fo mation ausserordentlich häufig vorkommen, und die Oberfläche der Schichten o mals im dichten Gedränge überziehen.

Auch die Stylolithen sind wohl in keiner Formation so häufig beobacht worden, als im Muschelkalke, wo sie namentlich im Schaumkalke von ganz beso derer Schönheit vorkommen. Indem wir auf die im ersten Bande S. 489 gegebe Beschreibung dieser räthselhaften Gebilde verweisen, gedenken wir noch der vo Schmid in der Gegend von Jena beobachteten horizontalen Stylolithen, welch von den Klüften des Gesteins seitwärts in dasselbe eindringen, und für die Er klärung der ganzen Erscheinung eine neue Schwierigkeit darbieten dürften. Di geogn. Verhältnisse des Saalthals, S. 47.

Endlich erwähnt Freiesleben, als eine im Muschelkalke sehr häufig vorkom mende Erscheinung, hohle cylindrische Löcher oder Canäle, welche ¼ bis ½ Zol weit, oft mehre Zoll lang, theils gerade, theils gewunden, aber ringsum, und folg lich sowohl oben als unten geschlossen sind. Geognostische Arbeiten, I, 1807, S. 70.

Von denen in den verschiedenen Kalkstein- und Dolomit-Varietäten vorkommenden Accessorien sind besonders Hornstein, Quarz, Kalkspath Braunspath und Cölestin wegen der stellenweisen Häufigkeit ihres Auftretens nochmals hervorzuheben. Der Hornstein wird gewöhnlich in der Form von Lagen, Nestern oder Knollen angetroffen, wogegen der Quarz theils in isolirten Krystallen, theils in Drusen, der Kalkspath und Braunspath aber in Drusen Trümern und Adern vorkommen, während die häufig erscheinenden eingesprengten Kalkspathkörner wohl in der Regel von Enkrinitengliedern abstammen. Der Cölestin endlich erscheint theils krystallisirt in Cavitäten und auf Klüften, theils als faseriger Cölestin in schmalen, bisweilen weit fortsetzenden Lagen.

Hornstein bildet namentlich im Hauptmuschelkalke eine sehr häufige Erscheinung; gewöhnlich ist er dunkelgrau, braun oder schwarz, muschelig im Bruche und überhaupt mehr oder weniger feuersteinähnlich; wenn er auch in Lagen auftritt, so sind diese doch höchstens einige Zoll stark, und setzen auch niemals weit fort. Auf diese Weise kennt man ihn bei Sandersleben, Gräfentonna, Meiningen, bei Weingarten in Baden, bei Luneville und in vielen anderen Gegenden. Oefter erscheint er in Nieren, welche lagenweise geordnet sind, und, wenn sie aneinander gränzen, in stetige Lagen übergehen; selten bildet er Trümer, welche die Schichten durchschneiden. — Der Cölestin ist besonders aus dem Saalthale bei Jena

*) Schon Quenstedt gedachte der dichotomirenden Längsstreifung als einer beachtenswerthen Erscheinung. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 69.

bekannt, wo er in den tiefsten Schichten der Formation bei Wogau, Wöllnitz, Zwetzen, Dornburg und am Gleissberge, also innerhalb eines ziemlich bedeutenden Raumes, an vielen Punkten nachgewiesen worden ist. Nach v. Alberti kommt auch im oberen Muschelkalke bei Wimpfen, Heinsheim, Schwenningen u. a. O. schaliger Cölestin vor. Barytdrusen erwähnt Bronn von Hässel und Wiesloch in Baden.

§. 396. *Gliederung und Lagerung der Muschelkalkformation.*

Wo die Muschelkalkformation in ihrer ganzen Vollsändigkeit entwickelt ist, da lässt sie gewöhnlich eine Zusammensetzung aus drei Hauptgliedern oder Etagen erkennen, wie diess zuerst in Schwaben, später aber auch in anderen Gegenden Teutschlands nachgewiesen worden ist. Die unterste Etage besteht vorzugsweise aus Wellenkalk, die oberste Etage aus Hauptmuschelkalk, die mittlere Etage endlich aus Gyps, Anhydrit und dolomitischen Gesteinen, zu welchen sich oftmals auch Salzthon und Steinsalz gesellen. Doch treten auch in der unteren Etage ausser dem Wellenkalke, und eben so in der oberen Etage ausser dem dickschichtigen Kalksteine noch mancherlei andere Kalksteine, Dolomite u. s. w. auf. Um daher die Unterscheidung der Etagen von ihrer petrographischen Beschaffenheit unabhängig zu machen, wollen wir sie als unteren Muschelkalk, als Zwischenbildung und als oberen Muschelkalk bezeichnen*).

1. Unterer Muschelkalk.

Der untere Muschelkalk besteht hauptsächlich aus dem Wellenkalke und den ihm untergeordneten Mergeln, ohne dass jedoch dickschichtige Kalksteine gänzlich ausgeschlossen sind. Auf diese Weise, als eine vorwaltende Wellenkalkbildung, erscheint die untere Etage in einem grossen Theile von Würtemberg und Baden, in Thüringen, und in den Umgebungen des Thüringer Waldes und des Harzes. In der oberen Hälfte dieser Etage sind dem Wellenkalke Schichten oder Schichtensysteme von Enkrinitenkalk, Terebratulakalk und Schaumkalk eingeschaltet, welcher letztere bisweilen eine bedeutende Mächtigkeit erlangt (Rüdersdorf), während er in anderen Fällen nur eine geringe Stärke behauptet.

In manchen Gegenden, wie z. B. im südlichen Theile des Schwarzwaldes, treten jedoch statt des Wellenkalkes dolomitische Wellenmergel auf, welche im frischen Bruche dunkelgrau, an der verwitterten Oberfläche gelb und braun erscheinen, und ausser kohlensaurem Kalke nach den Analysen von Lettenmayer 22 bis 39 p. C. kohlensaure Magnesia, 2 bis 4 p. C. kohlensaures Eisenoxydul und 22 bis 43 p. C. kieselsaure Thonerde enthalten. Bei Sulz am Neckar wird der Wellenkalk durch aschgraue dolomitische, und z. Th. schieferige Mergel vertreten, unter welchen dunkelgrauer sehr poröser Dolomit, und noch tiefer dunkelfarbige Thone und dolomitische Kalksteine folgen. Auch im Elsass wird der Wellenkalk durch dunkelgraue

*) In diesem Paragraphen sind ausser der classischen Monographie und der halurgischen Geologie Alberti's besonders die treffliche Abhandlung von v. Strombeck (in der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft) so wie die Arbeiten von Quenstedt, Credner und Schmid benutzt worden.

Mergel von bedeutender Mächtigkeit repräsentirt, welche nach unten zu wiederh ten Malen mit rothen und grünen Schieferletten wechseln. Halurgische Geologi I, S. 446 f. Bei Jena wird der Wellenkalk von den cölestinführenden Schicht unterteuft.

Diese untere Etage ist im Allgemeinen nicht sehr reich an organische Ueberresten; doch werden solche in der oberen Hälfte, und namentlich i Schaumkalke, Enkrinitenkalke und Terebratulakalke häufiger, als sie in d unteren Hälfte zu sein pflegen. Ausser den in zahlloser Menge vorkommende Schlangenwülsten dürften für diese Etage folgende Formen besonders charak teristisch sein.

Encrinites liliiformis
. . . . . *dubius*
Lingula tenuissima
Terebratula vulgaris
Pecten laevigatus
. . . *discites*
Lima striata
. . . *lineata*
Posidonomya minuta
Gervillia socialis
Avicula Bronni
Pterinea (Gervillia) polyodonta
Mytilus eduliformis
Modiola Credneri
Myophoria curvirostris
. . . . . *cardissoides*
. . . . . *vulgaris*
. . . . . *orbicularis*
Melania Schlotheimii
Turbo gregarius
Turbonilla scalata
Serpula valvata.

Cephalopoden gehören im Allgemeinen zu den seltneren Erscheinungen im unteren Muschelkalke; doch kennt man bereits einige Goniatiten und ächte Ammoniten, z. B.

Goniatites Buchi Alb.
. . . . . *Ottonis* Buch
Ammonites dux Gieb.
. . . . . *praecedens* Beyr.

Die Mächtigkeit der unteren Etage schwankt gewöhnlich zwischen 200 und 300 Fuss, sinkt in einigen Gegenden bis zu 150 Fuss und darunter, steigt aber auch in anderen bis zu 400 Fuss und darüber.

2. Zwischenbildung oder Anhydritgruppe*).

Die Zwischenbildung hat einen ganz eigenthümlichen Charakter, sowohl in petrographischer, als auch in paläontologischer und geotektonischer Hinsicht, und unterscheidet sich dadurch eben so auffallend von der unteren, wie von der oberen Etage. Sie besteht wesentlich aus dolomitischen Mergeln und Dolomit, aus Anhydrit und Gyps, aus Steinsalz und Salzthon und wird gewöhnlich, nach dem besonders charakteristischen Anhydrite, die Anhydritgruppe genannt. Wie aber schon die meisten ihrer Gesteine in ihrer Lagerungsform mehr zu Lagerstöcken, als zu weit ausgedehnten Schichtensystemen hinneigen, so gilt dies auch von der ganzen Zwischenbildung. Daher findet sie sich bald in grosser, bald in geringer Mächtigkeit; daher erscheint sie hier in vielfacher Gliede-

*) Achenbach vereinigt (in seiner Geogn. Beschr. der Hohenzollernschen Lande) diese Gruppe mit dem unteren Muschelkalke, führt den oberen Muschelkalk als mittleren, und die Lettenkohlengruppe als oberen Muschelkalk auf. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VIII, S. 340 ff.

rung aus allen den genannten Gesteinen zusammengesetzt, während sie dort auf ein einfaches System von Mergel- und Dolomitschichten mit sparsam eingeschalteten Gypsstöcken beschränkt ist.

Der Anhydrit und der Gyps bilden nämlich grosse stockförmige Massen, welche, sofern sie überhaupt geschichtet sind, stark gewundene und gefaltete Schichten zeigen; das Steinsalz dagegen bildet massive, ungeschichtete Lager, sowie Stöcke von lenticularer oder unregelmässiger Form, welche sich daher oft auskeilen, ehe man es vermuthet; der Salzthon und die Mergel umwickeln alle diese Massen, und werden von Fasergyps und von faserigem Steinsalz in Lagen und Trümern durchschwärmt. Der Mergel und der Dolomit sind noch am regelmässigsten in Schichten ausgebildet und gelagert. Man hat es daher in dieser mittleren Etage der Formation niemals mit weit fortsetzenden Lagern oder Flötzen von Anhydrit, Gyps und Steinsalz zu thun, und diess ist die Ursache, warum die Bohrversuche auf Steinsalz oft misslingen. Auch lassen die verschiedenen Massen keine allgemeine und gesetzmässige Lagerungsfolge erkennen, obwohl die Salzstöcke gewöhnlich im Anhydrit oder Salzthon liegen, während Zellendolomite oder dolomitische Mergel das Hangende und Liegende des ganzen Systems zu bilden pflegen.

Wie die Anhydritgruppe, sagt v. Alberti, überall in Mandelform (oder in der Form von Lenticularstöcken) gelagert ist, und ihre einzelnen Glieder sich zwischen einander auskeilen, so bestätigt sich diess auch für die Steinsalzstöcke in den Salzbergwerken von Wilhelmsglück, wo das Steinsalz einen bis 24 Fuss mächtigen, sehr flachen, linsenförmigen Stock im Anhydrit bildet, und sich hier auskeilt, um sich in einiger Entfernung wiederum anzulegen. Anhydrit, Salzthon und Steinsalz erscheinen, wenn sie angehauen werden, ganz ohne Schichtung, wie aus einem Gusse hervorgegangen, in stockförmigen Massen wechselseitig in einander übergreifend; erst durch die Epigenie wird im Anhydrite eine schichtenähnliche Structur bemerkbar, die aber ganz verschieden von jener Schichtung ist, welche wir im Kalksteine wahrnehmen. Halurgische Geologie, I, S. 442 ff. Doch ist es nach Schübler erwiesen, dass das Steinsalzlager von Friedrichshall eine Ausdehnung von 25000 Fuss besitzt*). — Die oft sehr seltsamen Begränzungen und die bisweilen wahrhaft abnormen Verbandverhältnisse der Steinsalz-, Gyps- und Anhydritmassen sind wohl weniger als Beweise einer eruptiven Bildung, denn als Belege dafür anzusehen, dass durch die mit der Metamorphose des Anhydrites verbundene Anschwellung stellenweise sehr gewaltsame innere Bewegungen, Pressungen und Verschiebungen verursacht worden sind.

Aus der so eben geschilderten Zusammensetzung und Architektur der Zwischenbildung ergiebt sich von selbst, dass ihre Mächtigkeit sehr unbestimmt und grossen Wechseln unterworfen sein muss; sie schwankt in verschiedenen Gegenden zwischen 100 und 200 Fuss, steigt mitunter, wie am oberen Neckar, über 300 Fuss, scheint aber in manchen Gegenden, wo die Anhydrit-, Gyps- und Steinsalzstöcke fehlen, noch unter 100 Fuss herabzusinken.

Die Zwischenbildung ist fast ganz frei von Fossilien; denn ausser Ueber-

---

*) Schübler, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. V, S. 652 ff., wo der Verf. auch theoretische Betrachtungen über die wahrscheinliche Bildung der Steinsalzlager durch Verdampfen von Meerwasser mittheilt, im Gegensatze zu der Ansicht v. Alberti's.

resten von Sauriern, die in gewissen dolomitischen Gesteinen vorkomm haben sich bis jetzt so gut wie gar keine organischen Ueberreste gefunden; v als ein sehr auffallender, mit der Bildungsweise ihrer Gesteine im genaues Zusammenhange stehender Umstand gewiss alle Beachtung verdient.

Vollständig entwickelt findet sich die Zwischenbildung in den Neckargegend wo sie zur Anlage vieler bedeutender Salinen Veranlassung gegeben hat, nachd im Jahr 1812 von Langsdorf in den Gypsbrüchen bei Wimpfen Steinsalz entdec und im Jahre 1816 bei Friedrichshall das erste Steinsalzlager erbohrt worden w Bei Dürrheim in Baden kennt man zwei Salzlager über einander, von denen obere 17, das untere 42 Fuss mächtig ist; in Würtemberg liegt bei Schwenning ein Salzstock von 37, bei Wilhelmsglück einer von 24, und bei Rottenmün einer von 20 bis 42 Fuss Mächtigkeit. Bei Wilhelmsglück wird das Salz unmitt bar durch bergmännische Arbeiten, ausserdem nur mittelbar durch Bohrlöcher Soole gewonnen, welche gewöhnlich fast ganz gesättigt ist, und gar keiner Grad rung bedarf. Auf diese Weise producirt Würtemberg jährlich von sechs Salin 105000 Centner Steinsalz und 527000 Centner Soolsalz; eben so bezieht Bad von den beiden Salinen zu Dürrheim und Rappenau jährlich über 300000 Ctr., u Hessen-Darmstadt von der Saline zu Wimpfen 190000 Ctr. Soolsalz. Die bei Su am Neckar gewonnenen Resultate sind besonders deshalb sehr interessant, weil si den Beweis geliefert haben, dass die Anhydrit- und Salzgruppe wirklich als ein mittlere Etage der ganzen Formation, als eine selbständige Zwischenbildun zu betrachten ist. Dort wurde nämlich, bei ziemlich horizontaler Schichtung, 15 F im Keuper, dann 240 Fuss im obern Muschelkalk, hierauf 128 Fuss in Gyps, Salz thon und Anhydrit, und endlich 226 Fuss im Wellenkalk abgeteuft, welcher au rothem Schieferletten liegt.

Eben so ist die Zwischenbildung als eine steinsalzführende Etage bei Buffleben im Herzogthum Gotha und bei Stotternheim im Grossherzogthum Weimar ferner bei Arnstadt, bei Erfurt, bei Basel, bei Haigerloch in Hohenzollern und a. anderen Orten nachgewiesen worden. Die an den beiden ersteren Punkten gestossenen Bohrlöcher ergaben folgende Resultate; es wurde gebohrt:

	bei Buffleben	bei Stotternheim
im Keuper	135 Fuss	650 Fuss
im oberen Muschelkalk . .	368 ,,	355 ,,
in Gyps, Salzthon, Anhydrit	175 ,,	170 ,,
in reinem Steinsalz	22,6 ,,	16 ,,

welches letztere an beiden Orten nicht durchbohrt worden ist.

Auch in Lothringen bei Sarralbe ist unter dem 357 Fuss mächtigen oberen Muschelkalke die aus Gyps, Anhydrit, Salzthon und Steinsalz bestehende mittlere Etage erreicht, und das Steinsalz in 5 über einander liegenden Bänken mit fast 60 Fuss Mächtigkeit durchbohrt worden.

Dagegen erscheint die Zwischenbildung in vielen Gegenden nur als ein aus Mergeln und Dolomiten bestehendes Gebirgsglied, welchem hier und da Gypsstöcke eingeschaltet sind, wie z. B. bei Unter-Neusulza im Saalthale, am Seeberge bei Gotha, am Ettersberge bei Weimar, bei Heckenbeck unweit Hildesheim, am Oelberge oder Huy bei Helmstädt, am Sieveckenberge bei Badeborn und an anderen Orten. — Endlich ist sie oftmals lediglich auf eine Ablagerung von versteinerungsleeren Mergeln und dolomitischen Gesteinen reducirt, wie z. B. in der Gegend von Braunschweig, bei Jena, bei Querfurt und in anderen Gegenden. Diese Gesteine sind es, welche im Rauthale bei Jena und bei Esperstädt unweit Querfurt viele Saurierknochen geliefert haben.

3. Oberer Muschelkalk.

Die obere Etage der Formation wird fast überall durch den Hauptmuschelkalk, oder durch jenen, im Vergleich zum Wellenkalke mehr dick schichtigen Kalkstein charakterisirt, dessen Schichten auch weder so undulirt, noch so reichlich von Schlangenwülsten bedeckt zu sein pflegen, wie jene des Wellenkalkes, obwohl sie ihnen ausserdem, zumal bei geringerer Mächtigkeit, sehr ähnlich werden können. Auch der im Allgemeinen weit grössere Reichthum an Fossilien ist ein ziemlich durchgreifendes Merkmal des oberen Muschelkalkes. In grosser Einförmigkeit folgen seine Schichten mit ihren thonigen oder mergeligen Zwischenlagen hundertfältig über einander, und bilden solchergestalt weit ausgedehnte Decken oder Plateaus, deren Thäler und Schluchten oft bis in die unteren Glieder der Formation einschneiden, und an ihren steilen Gehängen die Querschnitte der Kalksteinbänke entblössen.

Wie die Blätter in einem Buche, sagt v. Alberti, folgt Schicht auf Schicht mit regelmässigem Parallelismus, der nur durch die Auswitterung des Thonbestegs gestört wird, welches sich zwischen den einzelnen Schichten ausgeschieden hat, und dann wulstförmige Erhöhungen auf den Schichtungsfugen zu Tage bringt. Die Einförmigkeit des Gesteins wird nur hier und da durch Kalkspathdrusen und andere Accessorien unterbrochen. Auf ähnliche Weise spricht sich Quenstedt aus: überall die mehre Fuss mächtigen Bänke rauchgrauen Kalksteins; überall auf den Trennungsflächen derselben Eindrücke und Wülste, und schlangenförmig verlaufende Stängel; überall die Muscheln in den Kalkstein so eingewachsen, dass man mit Mühe und Sorgfalt nur Bruchstücke zu gewinnen vermag, wird selbst der eifrigste Geognost zuletzt so ermüdet, dass er leicht die wichtigeren Schichten übersieht.

Allein ausser diesem einförmigen, herrschenden Kalksteine treten auch noch andere Varietäten auf; zu unterst finden sich bisweilen Schichten von oolithischem Kalkstein, auch wohl mächtigere Bänke von Enkrinitenkalk und von Limakalk, worauf erst das monotone Schichtensystem des typischen Kalksteins folgt, welches endlich nach oben mehrorts durch einige Schichten von glaukonitischem Kalkstein, und durch ein paar Bänke von sehr dichtem und festem Terebratulakalk (die sogenannten Glasplatten) beschlossen wird.

Die Mächtigkeit dieser oberen Etage ist verschieden, und schwankt gewöhnlich zwischen 200 und 400 Fuss, welche Extreme sie wohl nur selten bedeutend überschreiten dürfte.

Der obere Muschelkalk umschliesst, zumal in seiner unteren Hälfte, recht zahlreiche organische Ueberreste, unter denen besonders Cephalopoden, namentlich *Ceratites nodosus* und *Nautilus bidorsatus*, sowie von Conchiferen *Lima striata* und *Pecten laevigatus* hervorzuheben sind. Ausserdem aber müssen noch, als gleichfalls mehr oder weniger häufige Formen folgende genannt werden:

Encrinus liliiformis	*Gervillia socialis*
Terebratula vulgaris	*Avicula Albertii*
Pecten discites	. . . . *Bronni*
Lima lineata	*Myophoria vulgaris*

Myophoria simplex	*Conchorhynchus avirostris*
Turbo helicites	*Rhyncholithus hirundo*
Melania Schlotheimii	*Pemphix Sueurii*
Fusus Hehlii	Fischzähne und
Dentalium laeve	Saurierreste.

Was die Lagerung der Muschelkalkformation betrifft, so folgt sie in der Regel vollkommen gleichförmig auf die Buntsandsteinformation, als ihre naturgemässe Basis, wie diess in den meisten und ausgedehntesten Gegenden ihres Vorkommens fast überall zu beobachten ist. Nur da, wo die Buntsandsteinformation fehlt, wie z. B. häufig in Oberschlesien, liegt sie unmittelbar auf älteren Bildungen, auf der Steinkohlenformation oder dem Schiefergebirge. Eine discordante Auflagerung auf dem Buntsandsteine ist nur an einzelnen Punkten nachgewiesen worden, und jedenfalls als eine locale Anomalie zu betrachten, welche theils durch frühere Störungen des Buntsandsteins, theils durch spätere Dislocationen des Muschelkalkes oder auch beider Bildungen verursacht worden ist. Auf die letztere Art sind auch die stellenweise und strichweise vorkommenden Ueberkippungen beider Formationen zu beurtheilen, in Folge welcher der Muschelkalk als das unterliegende, der Buntsandstein als das aufliegende Gebirgsglied erscheint.

So liegt z. B. nach Renoir bei Belfort in den Vogesen der Muschelkalk discordant auf dem Bundsandsteine. Elie de Beaumont bemerkt, dass längs der ganzen Linie von Thann bis nach Landau der Vogesensandstein eine Terrasse bildet, an deren Fusse der Muschelkalk theils plötzlich zu Ende geht, theils auch sehr stark dislocirt ist, wie z. B. bei Jägerthal, Otterthal u. a. O.; *Mém. pour servir* etc. *I. p.* 150. Bei Rheinfelden gränzen nach Merian beide Formationen in einer sehr auffallenden Weise an einander, indem die Schichten des Buntsandsteins schwach in Süd, die des Muschelkalkes dagegen 40° in NO. fallen; eine Fläche von ähnlicher Lage schneidet die Sandsteinschichten scharf ab, und wird zunächst von bunten Mergeln bedeckt, über welchen der Kalkstein folgt. Beiträge zur Geognosie I. S. 28. Bornemann gedenkt aus dem Ohmgebirge bei Worbis eines Falles, wo die unter 20° bis 30° geneigten Schichten des Muschelkalkes auf dem horizontalen Sandsteine liegen, was die Folge einer durch Auswaschung des Gypses bewirkten Senkung ist. Neues Jahrb. für Min. 1852, S. 26. Interessante Beispiele von Ueberstürzungen beider Formationen beschrieb Credner im Neuen Jahrb. für Min. 1842 S. 5 und 6; man kennt sie auch in der Gegend von Suhl und Hessisch-Steinbach an der Südwestseite des Thüringer Waldes, und an der Nordseite des Harzes.

Was endlich die relative Lage der drei Hauptglieder der Formation betrifft, so ist solche zwar im Allgemeinen als eine vollkommen concordante Lagerung ausgebildet; indessen bemerkt Credner, dass in Thüringen der obere Muschelkalk oft eine mehr oder weniger discordante Auflagerung auf dem Wellenkalke zeigt, und dass er sich meist erst am Abhange der von diesem letzteren gebildeten Plateaus anlegt, was auf Lagerungsstörungen und auf nicht unbedeutende Niveau-Aenderungen schliessen lässt, denen die untere Etage nach ihrer Bildung unterworfen gewesen sein muss. Uebers. der geogn. Verh. Thüringens, S. 83. Auch Bornemann ist durch seine Beobachtungen in der Gegend von Worbis und im Eichsfelde auf ähnliche Folgerungen geführt worden, und erklärt den Mangel der oberen Etage auf dem Rücken dieser Plateaus,

so wie das anderweite Vorkommen derselben in tieferer Lage, durch Erhebungen der unteren Etage, welche vor der Ausbildung der folgenden Etagen eingetreten waren. Und in der That wird durch die so abweichende petrographische Beschaffenheit der Zwischenbildung, und durch ihren fast gänzlichen Mangel an organischen Ueberresten die Vermuthung gerechtfertigt, dass ihre Ausbildung durch ganz ausserordentliche Ereignisse eingeleitet worden sein müsse, welche natürlich nicht ohne Einfluss auf die Lagerungs- und Verbreitungsverhältnisse der vorausgehenden unteren und der nachfolgenden oberen Etage sein konnten.

§. 397. *Fauna des Muschelkalkes und der Trias überhaupt.*

Weil der Muschelkalk dasjenige Glied der Trias ist, in welchem die meisten thierischen Ueberreste niedergelegt sind, so wird sich die allgemeine Betrachtung der triasischen Fauna am besten hier einschalten lassen. Ueber die Flora der Trias ist theils bei dem Buntsandstein (S. 748) theils bei dem Keuper im §. 399 das Wichtigste nachzusehen. Es lassen sich für die Fauna des Muschelkalkes und der Trias überhaupt (jedoch mit Ausschluss der Alpinischen Trias) etwa folgende Hauptmomente hervorheben.

1. Amorphozoen; ausser dem ziemlich häufigen *Rhizocorallium Jenense* und als ein paar seltenere Formen die *Spongia triasica Mich.* von Lüneville, und die *Scyphia Kaminensis Beyr.* von Kamin bei Beuthen zu erwähnen. Will man die Schlangenwülste als Zoomorphosen betrachten, so würden sie wohl nur auf Amorphozoen zu beziehen sein.

2. Korallen sind äusserst selten, und werden in der Regel gänzlich vermisst; diese grosse Armuth an Polyparien ist jedenfalls eine sehr auffallende und charakteristische Erscheinung.

Michelin beschrieb zuerst aus dem Muschelkalke der Gegend von Lüneville die beiden Korallen *Astraea polygonalis* und *Stylina Archiaci*. Dazu fügte Mougeot im Jahre 1847 die ebendaselbst vorgekommene *Turbinolia Lebruniana* und die bei Girecourt (Vosges) gefundene *Stylina reticulata; Bull. de la soc. géol. réunion à Epinal,* 1847, *p.* 54 und 58. Später (Paläontographica 1850, S. 308) lehrte uns Dunker die *Montlivaltia triasica* von Gleiwitz und Mikultschütz, und endlich im Jahre 1852 Beyrich die an letzterem Orte gleichfalls vorkommende *Thamnastraea Silesiaca* kennen. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. IV, 5. Dies dürfte bis jetzt fast Alles sein, was man ausserhalb der Alpen von triasischen Korallen weiss. In den Alpen und in Ober-Italien sind mehre andere Korallen durch Catullo und v. Schauroth bekannt worden.

3. Echinodermen. Die Krinoiden werden vorzüglich durch eine Species, den *Encrinus liliiformis* vertreten, welcher aber in erstaunlicher Menge vorkommt, und als eine höchst bezeichnende triasische Form zu betrachten ist; minder häufig erscheinen der *Encrinus pentactinus, E. dubius* und der *Dadocrinus gracilis*, so wie ganz selten einige andere Krinoiden. Ausserdem kennt man aus der Classe der Echinodermen nur ein paar seltene Asteriaden, Ophiuriden, besonders *Aspidura scutellata*, und sparsame Ueberreste eines Echiniden, nämlich der *Cidaris grandaeva*.

4. **Mollusken.** Sie haben die zahlreichsten und wichtigsten Fossilien ge-
liefert; aus der Ordnung der **Brachiopoden** besonders *Lingula tenuissima*
Terebratula vulgaris und *Spirifer fragilis*; aus der Ordnung der **Conchiferen**
mehre Species von *Ostrea*, ferner *Posidonomya minuta* *), *Pecten laevigatus* und
discites, *Lima striata* und *lineata*, *Gervillia socialis*, *Avicula Bronni*, *Mytilus ed-*
liformis, *Myophoria vulgaris*, *cardissoides*, *orbicularis* u. a., nebst mehren My-
citen; aus der Ordnung der **Gastropoden** *Dentalium laeve*, *Melania Schlot-*
heimii, *Turbonilla scalata*, *Turbo gregarius* u. a., so wie endlich aus der Ord-
nung der **Cephalopoden** besonders *Nautilus bidorsatus* und *Ceratites nodosus*

5. **Crustaceen.** Sie sind nur wenig vertreten; doch ist der in manchen
Gegenden vorkommende Krebs *Pemphix Sueurii* als eine nicht unwichtige Form
zu erwähnen.

6. **Fische.** Besonders Zähne, auch Schuppen und andere Ueberreste von
Fischen finden sich theils zerstreut, theils auch ziemlich angehäuft in einzelnen
Schichten der Trias, wie z. B. in dem sogenannten *Bone-bed* Englands und in
den Fisch- und Reptilienbreccien anderer Länder. Als besonders häufig vor-
kommende Formen erwähnen wir die Zähne von *Palaeobates angustissimus Meyer*
(oder *Psammodus ang. Ag.*), von *Acrodus Gaillardoti Ag.*, von *Hybodus plicatilis*
Ag., von *Saurichthys apicalis Ag.*, von *Placodus gigas Ag.* und die Schuppen von
Gyrolepis Albertii Ag.

7. **Reptilien.** Man kennt Knochen, Zähne und Koprolithen von vielen
Geschlechtern, welche fast alle in die Ordnung der **Saurier** zu gehören schei-
nen, obwohl die Labyrinthodonten nach R. Owen in die Ordnung der Batrachier
gehören sollen. Als besonders wichtig heben wir hervor: *Nothosaurus mirabilis*,
Mastodonsaurus Jaegeri, *Simosaurus Gaillardoti*, *Trematosaurus Braunii*, und *Phy-*
tosaurus cylindricodon (oder *Belodon Plieningeri*). Die bekannten Fusstapfen
von *Chirotherium* leitet Owen von einem Labyrinthodon ab, während Bronn ge-
neigt ist, sie auf ein hochbeiniges Säugethier zu beziehen.

8. **Säugethiere.** Als zweifelhafte Spuren von Säugethieren werden, wie
so eben erwähnt wurde, die Chirotheriumfährten betrachtet. Ein paar Backzähne,
welche bei Degerloch in der oberen Gränzbreccie des Keupers gefunden worden
sind, und einem kleinen Raubthiere angehört haben müssen, sind die einzigen
unzweifelhaften Ueberreste von Säugethieren, welche bis jetzt in der Trias zu
entdecken waren. Plieninger nennt das entsprechende Thier *Microlestes anti-*
quus.

Ueberhaupt aber ist die Fauna der Trias sehr **arm an Species**, obgleich
viele ihrer Species in erstaunlicher Menge von Individuen auftreten. Abstrahi-
ren wir nämlich von der Alpinischen Trias, so waren nach Bronn im Jahre 1849

im Buntsandsteine . . . 54
im Muschelkalke 190
im Keuper 106

*) Dieses, für die ganze Trias so wichtige kleine Fossil ist jedoch von Rupert Jones unter
dem Namen *Estheria minuta* unter die Crustaceen verwiesen worden. *Quart. Journ. of the
geol. soc. vol XII, p.* 376 f.

Species von Thieren nachgewiesen worden, von welchen jedoch die meisten aus dem Buntsandstein und Keuper zugleich auch im Muschelkalke vorkommen, so dass die Zahl der überhaupt vorhandenen Species wohl nicht viel über 200 betragen dürfte. Aber diese Fauna des Muschelkalkes bildet, wie v. Strombeck sagt, ein abgeschlossenes Ganzes, und steht, zugleich die des Buntsandsteins und Keupers mit vertretend, völlig gesondert da. Nicht eine Species derselben findet sich wieder in älteren oder jüngeren Formationen, und die Lebensbedingungen mussten daher während der Triasperiode wesentlich verschieden von denjenigen der vorausgehenden und der nachfolgenden Periode sein.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung lassen wir noch eine übersichtliche Aufzählung der wichtigsten Species folgen*).

Amorphozoën.

Rhizocorallium Jenense Zenk.

Echinodermen.

Encrinus liliiformis Lam.
. . . . *pentactinus* Bronn
. . . . *dubius* Quenst.
Dadocrinus gracilis Meyer
Aspidura scutellata Bronn
Cidaris grandaeva Goldf.

Brachiopoden.

Lingula tenuissima Bronn
Terebratula vulgaris Schl.
. . . . . . *Mentzelii* Buch
Waldheimia angusta Schl.
Retzia trigonella Schl.
Spirifer fragilis Buch
Orbicula discoides Gein.

Conchiferen.

Ostrea subanomia Münst.
. . . *Schübleri* Alb.
. . . *spondyloides* Schl.
. . . *decemcostata* Münst.
. . . *difformis* Schl.
. . . *placunoides* Münst.
Perna vetusta Goldf.
Gervillia socialis Quenst.
. . . . *polyodonta* Stromb.
Modiola Credneri Dunk.
Avicula Bronni Alb.
. . . . *Albertii* Gein.
Cucullaea nuculiformis Zenk.
. . . . . *Schmidii* Gein.
Cucullaea Beyrichi Stromb.
Nucula Goldfussi Alb.
. . . . *gregaria* Münst.
Mytilus eduliformis Bronn
Pecten laevigatus Bronn
. . . *discites* Bronn
Lima striata Goldf.
. . . *lineata* Goldf.
. . . *costata* Münst.
Posidonomya minuta Bronn**)
Myophoria Golfussi Alb.
. . . . . *curvirostris* Bronn
. . . . . *pes anseris* Bronn
. . . . . *cardissoides* Alb.

*) Seit der Erscheinung der ersten Auflage dieses Lehrbuches hat Giebel eine für die Fauna des Muschelkalkes sehr wichtige Arbeit unter dem Titel: die Versteinerungen im Muschelkalke von Lieskau bei Halle, 1856, veröffentlicht; eine Arbeit, in welcher nicht nur viele neue Arten beschrieben, sondern auch die Charaktere vieler bekannter Arten schärfer bestimmt werden, als diess früher möglich war, weil die in dem weichen Schaumkalke von Lieskau eingeschlossenen Fossilien vortrefflich erhalten sind. Ueber die Fossilien des Schaumkalkes am Thüringer Walde gab Berger Mittheilungen, im Neuen Jahrb. für Min. 1860, S. 196; die Conchylien der über dem Muschelkalke folgenden Lettenkohlengruppe behandelte ausführlich und gründlich v. Schauroth, in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. IX, S. 85—148.

**) *Estheria minuta Jones*; vergl. S. 766 Anm.

Myphoria vulgaris Bronn
. . . . . *orbicularis* Bronn
. . . . . *simplex* Schl.
Myacites musculoides Schl.
Myacites ventricosus Schl.
. . . . . *elongatus* Schl.
. . . . . *mactroides* Schl.

Gastropoden.

Dentalium laeve Schl.
. . . . . *torquatum* Schl.
Natica oolithica Zenk.
. . . *Gaillardoti* Lefr.
. . . *gregaria* Schl.
Turritella obsoleta Gieb.
Turbonilla dubia Bronn
. . . . . *scalata* Goldf.
Turbo helicites Münst.
Pleurotomaria Albertiana Ziet.

Cephalopoden.

Ceratites nodosus Haan
. . . . . *semipartitus* Münst.
. . . . . *enodis* Quenst.
Nautilus bidorsatus Bronn
Conchorhynchus avirostris Blainv.
Rhyncholithus hirundo Biguet.

Anneliden.

Serpula valvata Goldf. = *Spirorbis valvatus* Schaur.

Crustaceen.

Pemphix Sueurii Bronn.

Fische.

Acrodus Gaillardoti Ag.
Hybodus plicatilis Ag.
Placodus gigas Ag.
. . . . . *Andriani* Münst.
Palaeobates angustissimus Mey.
Charitodon Tschudii Mey.
Ceratodus runcinatus Plien.
Saurichthys apicalis Ag.

Saurier.

Nothosaurus mirabilis Münst.
Simosaurus Galliardoti Mey.

Drittes Kapitel.

Keuperformation.

§. 398. *Gesteine der Keuperformation.*

Während das unterste Formationsglied der Trias vorwaltend als eine Sandsteinbildung, das mittlere aber als eine Kalksteinbildung erscheint so stellt sich das oberste Formationsglied hauptsächlich als ein Mergelgebilde dar. In der That sind die rothen und buntscheckigen Mergel eine für die Keuperformation so charakteristische Erscheinung, dass der von den französischen Geologen gebrauchte Formations-Name *marnes irisées* recht bezeichnend ist Weil jedoch ausser diesen Mergeln auch noch andere Gesteine vorkommen, so ist es zweckmässig, für die ganze Formation den von Leopold v. Buch vorgeschlagenen Namen Keuper zu gebrauchen, mit welchem in der Gegend von Coburg die bunten Mergel bezeichnet zu werden pflegen.

Unsere Kenntniss von der Existenz dieser Formation, als einer selbständigen, über dem Muschelkalke abgelagerten Bildung, datirt sich aus den ersten Jahrzehnten des jetzigen Jahrhunderts, obgleich v. Schlotheim bereits im Jahre 1791 bei

Negelstädt unweit Illeben die den Muschelkalk überlagernden Sandsteine unterschieden hatte. Am Seeberge bei Gotha war der Keupersandstein zwar schon 1811 durch v. Hoff beobachtet, aber erst 1820 durch Hess, zugleich mit den Mergeln, als eine dem Muschelkalke aufliegende Formation erkannt, jedoch dem Quadersandsteine verglichen worden; Leonhard's Min. Taschenb. für 1820, S. 170 ff. Bei der geognostischen Landesuntersuchung in Sachsen hatte Kühn schon in den Jahren 1807 und 1808 das Dasein einer weit verbreiteten Sandsteinbildung über dem Muschelkalke Thüringens nachgewiesen; doch wurden seine Beobachtungen *ad acta* gelegt, und nicht veröffentlicht, ja kaum beachtet; noch früher hatte v. Struve bei Stuttgart und Tübingen den Keuper als etwas Selbständiges erkannt, ohne es recht entschieden auszusprechen. So sind denn, wie Gumprecht sagt, Kühn für Thüringen, und v. Struve für Schwaben als die eigentlichen Entdecker der Keuperformation zu betrachten. Gumprecht, in Karsten's und v. Dechen's Archiv, B. 23, 1850, S. 484 f.

Als die wichtigsten Gesteine der Keuperformation sind, nächst den bunten Mergeln und Schieferletten, besonders Sandsteine und Thonquarze, Dolomit und Gyps zu nennen; dazu gesellen sich in manchen Gegenden noch Steinsalz und Salzthon, so wie, als ein zwar sehr untergeordnetes, dennoch aber in vielen Gegenden bekanntes Material, die sogenannte Lettenkohle und andere Varietäten von Steinkohle, welche jedoch nur äusserst selten einer technischen Benutzung fähig sind. Conglomerate, und gröbere psephitische Gesteine überhaupt, sind aus dem Bereiche der Keuperformation beinahe gänzlich ausgeschlossen; indessen beginnen wir mit ihnen die petrographische Schilderung der Formation.

1. Conglomerate.

Sie gehören zu den sehr seltenen Vorkommnissen, welche bis jetzt nur in der oberen Etage der Formation, im Gebiete der gleich zu erwähnenden groben, hellfarbigen Sandsteine beobachtet wurden; diese Sandsteine gehen nämlich bisweilen in förmliche Conglomerate über, indem sie viele nuss- bis kopfgrosse Gerölle oder Bruchstücke von Quarz, Kieselschiefer, Hornstein, Jaspis, besonders aber von Steinmergel und Kalkstein aufnehmen.

Ein sehr merkwürdiges Conglomerat beschreibt Dufrénoy von St. Affrique (Aveyron), wo über einer weit ausgedehnten Gyps-Ablagerung ein 40 Fuss mächtiges Schichtensystem liegt, welches ein Conglomerat darstellt, dessen mehr oder weniger zahlreiche Geschiebe durch Gyps verbunden sind. Dabei ist es interessant, dass die erwähnte Gypsbildung nach unten sehr häufig sandig wird, und endlich in einen Sandstein verläuft, dessen Quarzkörner gleichsfalls durch Gyps verkittet sind. *Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, I, p.* 328. Bei Steierdorf im Banate sind die Sandsteine der zur Keuper- (oder Lias-)Formation gehörigen Kohlenbildung nicht selten conglomeratartig durch ei- bis faustgrosse Quarzgerölle; nach Kudernatsch, in Sitzungsber. der kais. Ak. zu Wien, B. 23, S. 93 ff.

2. Sandsteine.

Die Sandsteine der Keuperformation erscheinen in mancherlei Varietäten, welche zum Theil eine bestimmte bathrologische Stelle behaupten, weshalb ihre Unterscheidung einige Wichtigkeit erlangt.

a. Grobe scharfkörnige Sandsteine; meist grobkörnig, bisweilen

fast schon breccienartig, mitunter auch feinkörnig sind diese Sandsteine besonders durch ihre **scharfkörnige** und **hellfarbige** Beschaffenheit ausgezeichnet; auch erscheinen sie häufig **arkosartig** durch eckige, fleischroth Feldspathkörner. Das Bindemittel ist theils ein graulich-, grünlich-, gelblich oder röthlichweisser Thon, theils kohlensaurer Kalk oder auch Kieselerde; im ersteren Falle ist es oft sehr sparsam vorhanden, und dann wird der Sandstein sehr weich und zerreiblich; bei kieseligem Bindemittel gewinnt er bisweilen ein quarzitähnliches Ansehen, während er ausserdem eine grosse Aehnlichkeit mit den gröberen Sandsteinen der Steinkohlenformation erkennen lässt. Gewöhnlich tritt er in ziemlich **mächtigen** Schichten auf, welche sich aber oft rasch auskeilen, indem sie mehr die Form von sehr flachen Linsen, als von eigentlichen Parallelmassen haben.

Diese Sandsteine finden sich hauptsächlich in der **obersten** Etage der ganzen Formation, zumal in Schwaben und Franken, während sie in anderen Gegenden vermisst oder auch durch andere Gesteine ersetzt werden. Nach oben werden sie zuweilen lavendelblau, und noch höher conglomeratartig. Sie enthalten nur selten deutlich bestimmbare Pflanzenreste, wohl aber häufig Fragmente und Stämme von Pechkohle, so wie Nester und kleine, niemals bauwürdige Stöcke einer kiesigen Steinkohle, welche beide recht charakteristisch für sie sind. Von thierischen Ueberresten kennt man nur Knochenfragmente von Sauriern. Bleiglanz ist bisweilen reichlich eingesprengt (Derendingen bei Tübingen) und strahliger Baryt oder Cölestin werden hier und da beobachtet.

In Württemberg werden die weichen Varietäten überall ausgehöhlt und zu Sand benutzt; die harten, oft sehr deutlich durch Kalkspath verkitteten Varietäten liefern gute Mühlsteine.

b. **Feinkörnige rothe und bunte Sandsteine.** Auch feinkörniger Sandstein mit theils thonigem theils kieseligem Bindemittel, vorwaltend roth oder grünlich, bisweilen bunt, kommt namentlich als ein häufiger Begleiter der in der **oberen** Etage auftretenden bunten Mergel vor, in welchen er bald unregelmässige Stöcke, bald mehr oder weniger dünne Schichten bildet.

Nach Quenstedt ist er in Württemberg als die vorzügliche Lagerstätte der würfelförmigen **Krystalloide** zu betrachten, welche oft dicht gedrängt die Oberfläche seiner Platten bedecken, und häufig von **Leistennetzen** begleitet werden; wie denn auch seine Schichtenflächen durch Wellenfurchen und andere Unebenheiten ausgezeichnet zu sein pflegen. Bisweilen umschliesst dieser Sandstein Knollen von rothem Thoneisenstein, welche nach seiner Verwitterung in grosser Menge lose auf den Feldern herumliegen.

c. **Feinkörniger grünlicher** (z. Th. rothscheckiger) **Sandstein** (sogenannter **Schilfsandstein** oder feinkörniger Baustein von Stuttgart). Dieser Sandstein ist thonig, sehr feinkörnig und gleichmässig körnig, meist grünlichgrau oder gelblichgrau, bisweilen roth und dann eigenthümlich gestreift und gefleckt, bald mächtig geschichtet und dann brauchbar als trefflicher Baustein, bald dünnschichtig, plattenförmig und fast schieferig. Auch dieser Sandstein gehört vorzugsweise der **oberen** Etage der Formation, wo er oft eine Mächtigkeit von 60 Fuss und darüber erlangt. Stellenweise ist er reich an Pflanzenre-

sten, zumal von Equisetiten und Calamiten, daher der Name Schilfsandstein; hier und da kommen auch Ueberreste von Fischen vor.

Obgleich dieser Sandstein in manchen Gegenden, wie namentlich in Württemberg, eine recht ansehnliche Entwickelung erlangt, so erscheint er doch als eine mehr locale Bildung, indem er sich oft ziemlich rasch auskeilt, und in einigen Gegenden, wie z. B. in Lothringen, gänzlich vermisst wird. Bei Coburg scheint er nur eine geringe Mächtigkeit zu haben.

d. Feinkörniger grauer Sandstein. Ein sehr homogener, feinkörniger, gewöhnlich grau gefärbter, und nicht sehr harter Sandstein; theils dickschichtig, theils dünnschichtig, liefert er da, wo er in mächtigeren Bänken auftritt, einen ganz vorzüglichen Bau- und Haustein. Er ist reich an denselben Pflanzenresten, wie sie im grünlichen Sandsteine vorkommen, und führt auch bisweilen Fischreste.

Dieser Sandstein, welcher auch wegen der ihn gewöhnlich begleitenden Lettenkohle unter dem Namen Lettenkohlensandstein aufgeführt wird, gehört der untersten Etage der Formation an, und scheint eine weit grössere Verbreitung zu besitzen, als die vorher genannten feinkörnigen Sandsteine, obwohl er höchstens nur 40 bis 60 Fuss mächtig wird.

3. Thonquarz.

Sandsteine mit sehr kieseligem Bindemittel erscheinen innerhalb der Keuperformation in sehr verschiedenen Niveaus, und sind zum Theil schon als Begleiter anderer Sandstein-Varietäten genannt worden. Ausser ihnen haben wir aber noch des von Hausmann sogenannten Thonquarzes*) oder des Thonhornsteins zu gedenken, welcher in manchen Territorien und Etagen der Formation recht verbreitet ist.

Dieses Gestein ist meist grünlich- bis gelblichgrau, auch asch- und rauchgrau, bisweilen grün und roth, fast quarzhart, im Bruche uneben und splitterig, giebt scharfkantige Bruchstücke, und besteht nach den Analysen von Brandes aus 76 bis 81 p. C. Kieselerde, 8 bis 14 p. Ct. Thonerde, etwas Eisenoxydul, wenig kohlensaurem Kalk und 4 bis 7 p. Ct. Wasser.

4. Schieferthon und Kohlenletten.

Dem grauen Sandsteine sind gewöhnlich graue Schieferthone und schwarze Kohlenletten beigesellt, welche durch ihre dunkelgraue Farben, durch häufigen Gehalt an Eisenkies, und durch zahlreiche schöne Pflanzenabdrücke oftmals eine grosse Aehnlichkeit mit den Schieferthonen der Steinkohlenformation erhalten.

Der Eisenkies findet sich gewöhnlich in der Form von knolligen Concretionen. Dabei ist als eine besondere Merkwürdigkeit das von Bornemann bei Mühlhausen im Kohlenletten entdeckte Vorkommen eines Knollen zu erwähnen, welcher nicht aus Eisenkies, sondern grösstentheils aus gediegenem Eisen mit einer Kruste von Magneteisenerz besteht. Da dieses Eisen ganz frei von Nickel ist, so lässt sich dieser Knollen nicht wohl als eine vorweltliche Meteoreisenmasse deuten. Schon früher fand Gräger in Mühlhausen an einem andern Punkte einen Knollen von Roth-

*) Thonkieselstein, wie ihn die Gebrüder Brandes nennen.

eisenerz, dessen Inneres aus gediegenem Eisen bestand. Poggend. Ann. Bd. 88 S. 147.

5. Schieferletten und bunter Thon.

Rothe, braune, grüne und bunte Schieferletten oder auch gleichfarbig Thone kommen in verschiedenen Etagen der Keuperformation vor, und pflegen namentlich beständige Begleiter der bunten Mergel und Gypse zu sein.

Sie enthalten hier und da, wie z. B. bei Mühlhausen, viele erbsen- bis faustgrosse Concretionen von dichtem Rotheisenstein, welche auf den Feldern zu Tausenden herumliegen, und selbst zur Eisenproduction benutzt werden. Bornemann in Poggend. Ann. Bd. 88, S. 152.

6. Bunte Mergel.

Diese für die Keuperformation so charakteristischen Gesteine erscheinen in einer grossen Manchfaltigkeit der Varietäten, welche sich jedoch nach der Verschiedenheit ihrer Consistenz und Zusammensetzung besonders als Thonmergel und als Steinmergel unterscheiden lassen. Sie verdienen aber mit allem Rechte den gemeinsamen Namen bunte Mergel; denn obgleich sie vorwaltend roth, und zwar besonders häufig blaulichroth sind, so kommen doch auch grüne, gelbe, graue, braune und blauliche Farben in mancherlei Nüancen vor. Diese verschiedenen Farben gränzen theils lagenweise scharf an einander ab, theils verlaufen sie gegenseitig, während die eine Farbe Streifen, Flammen, Wolken und Flecke im Grunde der anderen bildet.

Die so häufig vorkommende grüne Farbe der Keupermergel wird nach G. Bischof durch Grünerde hervorgebracht, welche als Pigment vorhanden und wahrscheinlich in Folge einer Desoxydation des Eisenoxydes entstanden ist. Lehrb. der chem. und phys. Geol. I, 455 und 945. Uebrigens pflegen alle diese Mergel nur wenig kohlensauren Kalk zu halten, obwohl sie in manchen Gegenden reich genug daran sind, um zum Mergeln der Felder benutzt werden zu können. Dergleichen kalkreiche graue Mergel enthalten bei Helmstedt viele und z. Th. grosse Concretionen von schwarzem, flintähnlichem Hornstein; v. Strombeck in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 57.

Die Thonmergel sind vorzugsweise roth oder grün, auch dunkelgrau, weich und leicht zersprengbar, theils schieferig, theils compact und dann ausgezeichnet durch die Eigenschaft, an der Luft in lauter kleine eckige Stücke zu zerbröckeln, welche oft in grossen Schutthalden angehäuft sind.

Die Steinmergel kommen von ähnlichen Farben vor, wie die Thonmergel: sie sind aber noch buntscheckiger, sehr dicht, hart und schwer zersprengbar, von muscheligem Bruche, oft tesseral zerklüftet, aber nicht zerbröckelnd, und gewöhnlich dolomitisch. Sie bilden schmale, bis fussmächtige, scharf begränzte Schichten, welche entweder den Thonmergeln eingeschaltet, oder zu selbständigen Systemen versammelt sind, und enthalten bisweilen in Cavitäten kleine Krystallgruppen von Baryt oder Cölestin, Skalenoëder von Kalkspath, Rhomboëder von Braunspath, selten etwas Malachit oder Kupferlasur.

Diese Mergel erscheinen zwar in verschiedenen Niveaus, setzen aber doch vorzugsweise und in grosser Mächtigkeit, zugleich mit Gyps, die mittlere Etage der ganzen Formation zusammen; auch gewinnen sie oft noch in der oberen Etage eine ziemliche Bedeutung.

7. Dolomit.

Schon der Anfang der Keuperformation ist bisweilen durch Dolomit bezeichnet. Wo sie nämlich mit Ablagerungen von Gyps und Steinsalz eröffnet wurde, da stellen sich auch zugleich dolomitische Mergel ein; wo aber diese Steinsalzbildung fehlt, da wird ihre Stelle zuweilen durch blosse Dolomite angedeutet, wie diess in Schwaben in den oberen Neckargegenden, und auch mehrorts in Franken der Fall ist.

Diese Dolomite sind meist schmutzig gelblichgrau, selten licht rauchgrau oder aschgrau, noch seltener roth, feinkörnig bis erdig oder krystallinisch, ziemlich fest und schwer zersprengbar, selten weich, häufig poros und cavernos, reich an Petrefacten, die meist in Schweifen und Klumpen zusammengedrängt sind. Sie enthalten oft Nester und Streifen von Hornstein oder Chalcedon, auch Baryt, Cölestin und gelbe Blende, sind häufig von schwärzlichbraunem Asphalt imprägnirt, und ziemlich mächtig aber unregelmässig geschichtet, da sich die Schichten oft auskeilen, und bald verschmälern bald anschwellen. Fast alle diese Gesteine haben jedoch nicht die Zusammensetzung des normalen Dolomites, sondern enthalten einen mehr oder weniger bedeutenden Ueberschuss an kohlensaurem Kalk. Halurgische Geologie, I, 430 f.

Auch weiter aufwärts in der Keuperformation erscheinen Dolomitbänke, welche zwar nur einen untergeordneten Antheil an ihrer Bildung nehmen, aber eine so bestimmte bathrologische Stelle und eine so weite Verbreitung behaupten, dass sie sowohl in Teutschland als in Frankreich einen sehr sicheren Horizont abgeben.

Das Gestein dieser merkwürdigen, oft nur wenige Fuss mächtigen Bänke ist ein gelblichbrauner, auch (wie in Württemberg) ein dunkelfarbiger, gelb geflammter, dichter, splitteriger, sehr harter und spröder Dolomit, welcher in Württemberg viele kleinere und grössere, kugelförmige Cavitäten umschliesst, deren Wände mit Rautenspath-Rhomboëdern besetzt sind. Dieses, von Quenstedt Flammendolomit genannte Gestein bildet den eigentlichen Schlussstein der unteren Etage der Keuperformation, und enthält viele organische Ueberreste, namentlich Steinkerne und Abdrücke von *Gervillia socialis*, *Myophoria Goldfussii*, *Posidonomya minuta*, *Lingula tenuissima* und von Myaciten. Wo er in Würtemberg unmittelbar von den Gypsen der mittleren Etage überlagert wird, da sind alle, von den verschwundenen Muschelschalen herrührenden Hohlräume mit Gyps ausgefüllt, ja selbst einzelne Partieen des Gesteins durch Gyps verdrängt worden. Vergl. Quenstedt, das Flötzgebirge Würtembergs, S. 81.

Endlich ist auch innerhalb der obersten Etage der Keuperformation in einigen Gegenden, wie z. B. bei Coburg, ein dolomitisches Gestein bekannt, welches daselbst 10 bis 20 Fuss mächtig die höchsten Punkte der Landschaft bildet.

Dasselbe ist nach Berger ein hellgraues oder grünliches, weisses oder röthliches, oft sehr kieseliges, und daher mit Ausscheidungen von Hornstein, Chalcedon und Quarz versehenes, in rauhen und cavernosen Felsen anstehendes Gestein. Berger, die Verstein. im Sandst. der Coburger Gegend, S. 3, und v. Schauroth, in Zeitschrift der deutschen geol. Ges. III, 408, auch V, 731 f. Dieser dolomitische Kalkstein ist früher irrthümlich als Juradolomit betrachtet worden; allein schon Boué erkannte ihn für Keuperdolomit, womit sich auch Berger und neuerdings v. Schauroth einverstanden erklärten.

8. Gyps und Anhydrit.

Nächst den bunten Mergeln und Sandsteinen ist wohl Gyps als das wichtigste Material der Keuperformation zu betrachten. Derselbe erscheint zuvörderst als Fasergyps, in welcher Form er den bunten Mergeln theils in zahllosen Lagen und Schmitzen eingeschichtet, theils in Trümern und Adern eingeflochten ist, so dass er oft förmliche Netzwerke bildet, deren Maschen von buntem Mergel und Thon ausgefüllt werden. Dann kommen aber auch häufig Nester, Klötze, Stöcke und mächtige Lager von massivem oder wellenförmig geschichtetem körnigen und dichten Gyps vor, welcher bisweilen in tieferen Gruben Anhydrit umschliesst, über Tage aber stets nur als wirklicher Gyps erscheint *).

Diese Keupergypse sind vorwaltend röthlichweiss oder roth, doch auch anders gefärbt, und treten besonders in der unteren Hälfte der mittleren Etage der Formation auf. Ausserdem kommen noch in der unteren Etage, zumal da, wo solche als ein steinsalzführendes System ausgebildet ist, graue oder graulichweisse, feinkörnige bis dichte und schuppige Gypse vor, welche von dunkelfarbigen Mergeln und Thonen, und von ähnlich gefärbten Anhydritmassen begleitet werden. Obgleich übrigens der derbe Gyps gewöhnlich nur stockartige Gebirgsglieder bildet, so findet er sich doch auch bisweilen in recht ausgedehnten Lagern; wie z. B. nach Dufrénoy im Bassin von Rodez (Aveyron), wo er mit grosser Regelmässigkeit, genau in demselben Niveau über einen bedeutenden Raum verbreitet ist. *Mém. pour servir etc. I, p.* 327.

9. Steinsalz.

Dasselbe bildet mehr oder weniger mächtige Lager und Stöcke, welche mit Gyps und Salzthon verbunden der unteren Etage der Keuperformation eingelagert sind. Zwar ist dieses Vorkommen bis jetzt nur in Frankreich und England bestimmt nachgewiesen worden; es gewinnt aber in beiden Ländern eine grosse Bedeutung, da es eine sehr reiche Salzproduction bedingt.

Dass in den nördlich vom Harze liegenden Gegenden auch die mittlere Etage der Keuperformation, nämlich die Gruppe der bunten Mergel, nach unten Salzlager beherbergen möge, diess machte v. Strombeck wahrscheinlich, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. VII, 1855, S. 655 ff.

10. Kohlen.

Die Kohlen, welche unter verschiedenen Formen in verschiedenen Etagen der Keuperformation bekannt sind, konnten bis jetzt nur selten als wirkliches Brennmaterial benutzt werden, weil die eigentlichen, stetig ausgedehnten Flötze sowohl nach Mächtigkeit als Qualität einen sehr geringen Werth zu haben pflegen. Diese Flötze bestehen nämlich nur aus der sogenannten Lettenkohle, während ausserdem zwar Pechkohle, aber blos in Nestern und in kleinen unbedeutenden Stöcken bekannt ist.

Die von Voigt **) unter diesem Namen eingeführte Lettenkohle ist eine sehr unreine, thonige und kiesige Kohle, welche oft in einen blossen kohligen Letten

*) Halurgische Geologie, I, S. 417.

**) In seinen Kleinen mineralogischen Schriften, II, 107; schon früher erwähnte er sie in seinen Mineralogisehen Reisen, I, 96.

oder Alaunschieferthon übergeht, schwer entzündlich und so wenig brennbar ist, dass sie gewöhnlich nur auf Vitriol und Alaun benutzt werden kann. Sie bildet auch meistentheils sehr schmale Flötze, welche aber desungeachtet in der unteren Etage der Formation in vielen Gegenden und fast überall mit ähnlichen Eigenschaften bekannt sind. So kennt man sie z. B. in Schwaben, Franken, Thüringen, Lothringen, in der Gegend von Basel und anderwärts an sehr vielen Orten.

Die Pechkohle findet sich dagegen in den obersten grobkörnigen Keupersandsteinen, theils nur in Fragmenten, theils in Nestern oder in der Form von Pflanzenstämmen, theils in kleinen, und höchstens ein paar Fuss mächtigen Stöcken, und hat bei dieser Art ihres Vorkommens durchaus keine technische Wichtigkeit.

§. 399. *Gliederung, Architektur und Lagerung der Keuperformation.*

Auch die Keuperformation lässt sich gewöhnlich auf eine recht naturgemässe Weise in drei Glieder oder Etagen zerfällen, welche bei einer grossen allgemeinen Aehnlichkeit doch rücksichtlich ihrer Mächtigkeit und der Aufeinanderfolge ihrer Gesteine in verschiedenen Territorien mancherlei Verschiedenheiten zeigen. Besonders gilt diess von der unteren Etage, welche in einigen Gegenden sehr bedeutende Steinsalzlager umschliesst, während solche in den meisten Gegenden gänzlich vermisst werden. Da sie aber ziemlich allgemein durch das Auftreten der Lettenkohle und der sie begleitenden Gesteine charakterisirt wird, so hat man sie die Lettenkohlengruppe genannt. Die mittlere Etage dagegen ist es, in welcher die bunten Mergel und Gypse als die bei weiten vorwaltenden Materialien auftreten, weshalb sie auch als die Gruppe der bunten Mergel bezeichnet werden kann. Die obere Etage endlich ist hauptsächlich als eine Sandsteinbildung charakterisirt, obwohl auch oft in ihr die bunten Mergel nochmals einige Bedeutung erlangen.

Die Lettenkohlengruppe wird zwar von vielen Geologen noch mit in den Bereich der Muschelkalkformation gezogen, scheint aber doch zweckmässiger mit dem Keuper vereinigt zu werden. Noch zuletzt hat sich v. Alberti, der gründliche Kenner der Trias, abermals ganz entschieden für diese Ansicht ausgesprochen. Halurgische Geologie, I, 422 und 437. Wenn auch die Gränze zwischen Muschelkalk und Keuper gewöhnlich nicht scharf bestimmt werden kann, so ist man doch immer berechtigt, den oberen Muschelkalk und die Lettenkohlengruppe als zwei verschiedene, und unter verschiedenen Verhältnissen gebildete Formationsglieder zu unterscheiden. Vergl. auch Bornemann, Ueber organische Reste der Lettenk. Thüringens, S. 4.

1. Untere Etage, oder Lettenkohlengruppe (und Steinsalzgruppe).

Zunächst über dem Muschelkalke folgt diese, in ihrer Zusammensetzung ziemlich complicirte und abwechselnde Etage, innerhalb welcher sich wiederum mehre Abtheilungen geltend machen lassen.

Wo die nachher zu erwähnende Steinsalzbildung vorhanden ist, da pflegt sie, fast unmittelbar über den letzten Schichten des Muschelkalkes, als erstes Glied dieser Etage aufzutreten; in manchen Gegenden, wie z. B. am oberen Neckar, wird sie durch eine mächtige Dolomit-Ablagerung vertreten; in vielen

Gegenden aber **fehlt** dieses erste Glied **gänzlich**, wie ja überhaupt das Stein salz und seine Begleiter, so wie die dolomitischen Vertreter desselben einer mel stockartigen, und daher unterbrochenen Lagerung unterworfen zu **sein** pflege

In Baden und Württemberg so wie in einigen Gegenden Frankens beginnt d Keuperformation mit denen im vorigen Paragraphen beschriebenen Dolomite welche bei Rottenmünster eine Mächtigkeit von 80 Fuss erlangen, nach unten ei dünnere Schichtung und dunkelgraue Farbe annehmen, und ganz allmälig in de Muschelkalk übergehen *). In Thüringen und am Harze scheint dieser Dolomit z fehlen, welcher in Schwaben gewissermaassen als ein Aequivalent der daselbst nic vorhandenen Steinsalzbildung zu betrachten sein dürfte, und bei Rottenmünster au wirklich nach oben etwas Gyps umschliesst.

Ueber diesem Dolomite, oder, wo auch er vermisst wird, unmittelbar üb dem Muschelkalke folgt nun das zweite (fast überall und gewöhnlich **allein** vor handene) Glied dieser Etage, nämlich die Lettenkohlengruppe in der enger Bedeutung des Wortes. Sie beginnt in Schwaben mit dunklen **Schieferthonen** und grauen **Sandsteinen**, welche letztere zuweilen 30 bis 60 Fus mächtig, nach oben weich und dünnschichtig, nach unten aber hinreichend fe und dickschichtig sind, um einen der trefflichsten Bausteine zu liefern, währen sie zugleich einen grossen Reichthum an Pflanzenresten beherbergen. Dies Sandsteine werden wieder von Schieferthon und dunkelgrauen Letten bedeckt, denen die **Lettenkohlenflötze** eingeschichtet sind; dann folgen **Mergelschiefer** von verschiedenen Farben, und endlich der **Flammendolomit** Quenstedts, welcher die Lettenkohlengruppe beschliesst, und, wenigstens in Schwaben und Lothringen, als ein fast nie fehlender Markstein an der oberen Gränze derselben angetroffen wird, obgleich ihn oftmals noch Schichten von rauchgrauem Kalkstein mit *Gervillia socialis* und anderen Muschelkalkfossilien bedecken.

Wenn man weiss, sagt Quenstedt, wie wenig constant einzelne Bänke in den Formationen aushalten, so versichert man sich in jedem Steinbruche immer wieder mit Interesse dieses Flammendolomites. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 71. Auch in Lothringen ist diese, meist 6 bis 10 Fuss starke, aber fossilfreie Dolomitbank eine so regelmässige Erscheinung, dass Elie de Beaumont sie als einen sehr bequemen Horizont bei dem Detailstudium der Formation bezeichnete. Sie liegt dort überall, wie z. B. bei la Marche, Senaide, Bourbonne-les-Bains, Noroy u. a. O. nahe über einem Lettenkohlenflötze, und behauptet aller Orten dieselbe petrographische Beschaffenheit, eine ähnliche chemische Zusammensetzung, und eine fast constante Mächtigkeit. Unter der Lettenkohle treten an den genannten Punkten bunte Mergel mit Gypsstöcken auf, welche letztere zum Theil von Anhydrit begleitet werden, und wohl als eine Andeutung des salzführenden Schichtensystems zu betrachten sind. *Mém. pour servir etc. I*, 74—91. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich nach Marcou bei Salins am Jura, und nach Ebelmen im Departement der oberen Saône, wo oft Steinkohle über dem Gyps liegt, welcher sie nicht selten imprägnirt. *Comptes rendus, t.* 33, *p.* 680. Auch in Thüringen bietet nach Credner ein System von Dolomitbänken ein vortreffliches Hilfsmittel zur Unterscheidung der unteren und mittleren Etage. Die Lettenkohlengruppe ist dort gegen 120 Fuss und darüber

*) Quenstedt rechnet daher diese Dolomitbildung noch zum Muschelkalk.

mächtig, und beginnt mit schieferigen Kalkmergeln, die allmälig in Schieferthon mit Zwischenlagen von Lettenkohle übergehen; darüber folgen grünlichgraue oder braunrothe, an Pflanzenresten reiche Sandsteine, und endlich röthlichbraune, oft bunt gefleckte Mergel, welche von den dolomitischen Gesteinen bedeckt werden. Diese erscheinen anfangs als bräunlichgelbe, meist erdige dolomitische Mergel, auf welche mächtige Bänke eines dunkelrauchgrauen oder gelblichbraunen, dichten bis kleinkörnigen Dolomites folgen, der häufig Nieren und Lagen von Hornstein umschliesst, und an einigen Orten in dünngeschichteten lichtgrauen, stinksteinähnlichen Kalkstein übergeht. Uebersicht der geogn. Verh. Thüringens, S. 88. Ganz ähnlich ist nach v. Schauroth die Zusammensetzung der Lettenkohlengruppe im Herzogthum Coburg, wo sie gleichfalls nach oben mit ein paar Dolomitbänken abschliesst, welche dort, wie in Thüringen, Württemberg und Frankreich, einen sehr bestimmten geognostischen Horizont bilden. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, 720.

Bei Vic und Dieuze in Lothringen gewinnt die unterste Etage der Keuperformation eine ganz vorzügliche Wichtigkeit, weil sie dort in ihrer unteren Hälfte mit bedeutenden Einlagerungen von Steinsalz versehen ist, welches wie gewöhnlich von Gyps, Anhydrit und Salzthon begleitet wird. Eben so ist auch bei Salins am Jura unter dolomitischen Gesteinen und bunten Mergeln Steinsalz nachgewiesen worden. In allen diesen Gegenden bildet das Steinsalz compacte krystallinische Massen von meist grünlicher oder grauer Farbe; häufig ist ihm bituminöser Thon, Salzthon oder Anhydrit in Nestern oder Nieren, bisweilen auch Glauberit beigemengt. Die Salzbänke werden gewöhnlich durch viele parallele, mit der Schichtung gleichlaufende Linien in verschieden gefärbte Zonen abgetheilt. Ausserdem erscheint das Salz auch als Fasersalz und in krystallinischen Partieen im Salzthone.

Dieses Steinsalzgebilde ist von Vic bis nach Petoncourt auf fast viertehalb Meilen Länge nachgewiesen worden, und hat stellenweise viele Steinsalzlager über einander erkennen lassen. Bei Petoncourt kennt man z. B. 7 Lager, von denen das mittelste 34 Fuss mächtig ist, während das dritte Lager bei Mulcey 37, und bei Vic 43 Fuss Mächtigkeit erlangt. Ja, im Schachte Becquey wurden 12 Salzlager von 77, und im Stephansschachte bei Dieuze 13 Salzlager von 155 Fuss summarischer Mächtigkeit durchsunken. Halurgische Geologie, I, S. 427 ff.

Auch bei Salins und Lons-le-Saulnier besteht nach Marcou die untere Etage aus zwei Gruppen. Die erste begreift das Steinsalz mit seinen Begleitern; die zweite beginnt mit einer Dolomitbank, über welcher mergelige, meist dunkelgraue, mit zahlreichen rothen Gypskrystallen durchsprengte Gypse, bunte Mergel, eine schwache Kohlenschicht, glimmerige Sandsteine und eisenschüssige Macignos und endlich eine mächtige Dolomitschicht folgen. *Bull. de la soc. géol. 2. série, III, p.* 500 f.

Sonach scheint es sich überall zu bestätigen, dass das Steinsalzgebilde des Keupers unterhalb der eigentlichen Lettenkohle, an der unteren Gränze der Formation, nahe über dem Muschelkalke zu suchen ist, so wie dagegen die wenigen im Buntsandsteine vorkommenden Steinsalzlager an der oberen Gränze desselben, und daher gleichfalls zunächst dem Muschelkalke gelagert zu sein scheinen.

Die Mächtigkeit der unteren Etage der Keuperformation wird natürlich sehr verschieden sein, je nachdem die salzführende Gruppe zugleich mit der Lettenkohlengruppe ausgebildet ist, oder nicht. Im ersteren Falle steigt sie bis zu mehren hundert Fuss. Die Lettenkohlengruppe allein besitzt gewöhnlich eine

geringe Mächtigkeit, welche in Schwaben ungefähr 150, in Thüringen höchstens 120 Fuss beträgt, oft aber weit unter diese Gränze herabsinkt.

Die Steinsalzgruppe ist ganz entblösst von organischen Ueberresten; für die Lettenkohlengruppe aber sind besonders folgende Fossilien sehr bezeichnend. Von Pflanzen zumal *Calamites arenaceus, Equisetites columnaris* und *Taeniopteris vittata* (oder *marantacea*), welche in den Sandsteinen und Schieferthonen vorkommen; von Thieren: *Ostrea subanomia*, *Gervillia socialis*, *Myophoria transversa Born.*, *M. Goldfussii* und *M. laevigata*, *Lingula tenuissima, Posidonomya minuta, Terebratula vulgaris* und andere, welche theils in den Mergeln, theils im Dolomite auftreten; auch finden sich nach v. Alberti bisweilen Süsswassermuscheln, wie *Unio* und *Anodonta* ein. Einzelne Lagen des Sandsteins sind ganz erfüllt mit allerlei kleinen Ueberresten von Fischen und Sauriern; im Schieferthone bei Gaildorf haben sich auch grössere Skelettheile von *Mastodonsaurus Jaegeri* so wie die merkwürdigen Zähne von *Ceratodus* gefunden, welche letztere, zugleich mit Resten von Labyrinthodonten, uns Beyrich auch aus der obersten Schicht der Lettenkohlengruppe von Neudietendorf, bei Arnstadt in Thüringen, kennen gelehrt hat*).

Eine treffliche Abhandlung über die Conchylien der Lettenkohlengruppe im Herzogthum Coburg veröffentlichte v. Schauroth, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. IX, S. 85 ff. — Sehr schätzbare, auf genaue mikroskopische Untersuchungen gegründete Bereicherungen zur Kenntniss der Flora der Lettenkohlengruppe gab J. G. Bornemann in seinem schon oben citirten Werke: Ueber organische Ueberreste der Lettenkohlengruppe Thüringens, Leipzig 1856; auch Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VI, 652. *Araucarites thuringicus*, mehre neue Species von *Zamites*, und selbst mehre neue Gattungen von Cycadeen bilden den wichtigsten Befund der gründlichen Forschungen unsers verehrten Freundes. Ueber einige Cycadeen aus der Gegend von Apolda berichtete Hallier, in seiner Dissertation: *De Cycadeis quibusdam fossilibus, Jenae* 1858. *Myophoria pes anseris* ist nach v. Strombeck besonders an die Lettenkohlengruppe gewiesen.

In der Gegend von Baireuth hat Gümbel, auf der Gränze der Lettenkohlengruppe und des mittleren Keupers, eine nur wenig mächtige Schichtenzone nachgewiesen, welche meist aus gelblichen dolomitischen Gesteinen, bisweilen aus grauen Kalkmergeln besteht, und

Cardita crenata Goldf.	*Bakewellia costata* Stromb.
Myophoria Kefersteini Goldf.	*Arca impressa* Münst.
. . . . . *lineata* Münst.	*Nucula sulcellata* Münst.
. . . . . *curvirostris* Bronn	*Lingula tenuissima* Bronn
. . . . . *Whatleyae* Buch	*Orbicula discoidea* Gein.

nebst *Gervillia socialis* enthält. Diese Fossilien erinnern grossentheils an jene aus den Schichten von St. Cassian in Tyrol, und verleihen der Entdeckung Gümbel's ein sehr hohes Interesse, weil solche einen ganz neuen Anknüpfungspunkt für die Vergleichung der alpinischen Schichten mit denen des mittleren Teutschland bietet. Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt, B. 10, 1859, S. 22 ff.

2. Mittlere Etage, oder Gruppe der bunten Mergel.

Die mittlere und gewöhnlich auch die mächtigste Etage der Keuperformation wird vorwaltend von bunten Mergeln und Thonen mit Gyps gebildet, wel-

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 158 ff.

letztere besonders in der unteren Hälfte dieser Etage aufzutreten pflegt, i nicht überall angetroffen wird. Nach oben verschwinden die Gypse, und hrer erscheinen in mehren Gegenden viele Schichten von Thonquarz (oder ernstein) zwischen den Mergeln. Einzelne Schichten von Sandstein oder it, und dünne Lagen von feinkörnigem Quarzit unterbrechen hier und da var oft sehr buntscheckig erscheinende, dennoch aber ziemlich einförmige g.

er Gyps findet sich theils als Fasergyps, in dünnen Lagen und tzen hundertfältig mit eben so dünnen Lettenlagen wechselnd, und gleichin Trümern und Adern das Ganze durchschwärmend; theils tritt er als er, feinkörniger und körnigschuppiger Gyps in grösseren oder ren, bald lenticularen, bald regellos gestalteten Stöcken auf.

Organische Ueberreste werden in dieser Etage fast gänzlich vert, mit Ausnahme von Saurierknochen, die bisweilen in den Steinmergeln mmen.

Die Mächtigkeit der Etage beträgt bei Stuttgart zwischen 300 und 00 Fuss, wächst aber in anderen Gegenden Schwabens und Thüringens nweise bis zu 500 und 600 Fuss, während sie zuweilen bis auf 200 Fuss sinkt, und in einigen Gegenden, wie z. B. mehrorts im Elsass und in Logen, hinter jener der unteren Etage zurückbleibt.

Die Gypsstöcke haben oftmals Störungen des Schichtenbaues in denen sie einliessenden Mergeln hervorgebracht. Während diese Mergel da, wo sie allein aufiten, sehr regelmässig geschichtet zu sein pflegen, so zeigen sie in der unmittelren Umgebung der Gypsstöcke eine unregelmässig gewundene, aufwärts oder wärts gebogene und bisweilen ausserordentlich verworrene Schichtung, was vielicht daraus zu erklären sein dürfte, dass der Gyps ursprünglich Anhydrit war, elcher sich erst später mit Wasser verband und dabei eine Anschwellung erlitt. ach v. Alberti und Quenstedt soll auch wirklich in der Tiefe bisweilen Anhydrit orgekommen sein. Halurg. Geol. I, 417, und das Flötzgeb. Würtemb. 87.

Am Jura, in der Linie von Salins nach Lons-le-Saulnier, sind die dichten weissen ypse besonders mächtig in der Mitte dieser Etage abgelagert, werden aber gleichalls von gypsfreien bunten Mergeln überlagert, welche Marcou zwar schon zu der bersten Etage rechnet, während sie wohl besser mit der mittleren Etage zu vereinigen sind, um eine Uebereinstimmung mit der in anderen Gegenden bekannten Gliederung zu erlangen.

3. Obere Etage, oder Gruppe der Sandsteine.

Nach oben werden die bunten Mergel von sehr feinkörnigem, thoniem Sandsteine bedeckt, welcher in Schwaben unter dem Namen des Schilfsandsteins bekannt ist (S. 770), und stellenweise dem Lettenkohlensandteine recht ähnlich wird, dessen Pflanzenreste sich in ihm wiederholen, ja desen Kohlenflötze sogar hier und da, wie bei Stuttgart und Cannstadt, ihre Vertreter gefunden haben. Dieser Sandstein zeigt meist eine discordante Parallelstructur und ist in seiner Mächtigkeit vielfachen Wechseln unterworfen, so dass er bald über 60 Fuss mächtig ansteht, bald auf wenige Fuss herabsinkt; diese abwechselnden Anschwellungen und Verdrückungen, dieses rasche Verschwin-

den und Wiederauftreten des Sandsteins soll nach Quenstedt im südwestlich Teutschland ganz allgemein Statt finden.

Wenn er sich auch nicht überall wie bei Stuttgart durch seine grünliche o rothscheckige Farbe vom Sandsteine der Lettenkohlengruppe unterscheidet, so w er doch immer durch seine Lagerung über der Hauptgruppe der bunten Mer charakterisirt.

Indessen könnte auch dieses bathrologische Kriterium bisweilen zweifelh werden, weil in Württemberg über diesem feinkörnigen Sandsteine aberm grell buntfarbige, rothe und grüne Thonmergel und dolomitische Stei mergel auftreten, welche Quenstedt als ein sehr bezeichnendes Schichtens stem hervorhebt, dessen Mächtigkeit stellenweise bis 100 Fuss beträgt.

Diese rothen und grünen Thonmergel sind niemals lettenartig und schiefer sondern mehr thonsteinähnlich, aber in hohem Grade bröckelig, daher sie bu farbige Schuttgehänge bilden, aus denen die Steinmergelbänke hervorragen. Au feinkörnige, kieselige Sandsteine mit Wülsten, Wellenfurchen, Leistennetzen, u würfeligen Krystalloiden erscheinen in weit fortsetzenden Platten.

Ueber diesen oberen bunten Mergeln folgen grobkörnige, mei weisse oder doch hellfarbige Sandsteine, welche nicht nur in Schwaben sondern auch in Franken und in anderen Gegenden als ein besonders charakte ristisches, weit verbreitetes und oft sehr mächtiges Glied der oberen Etage auf treten; sie sind gewöhnlich kaolinhaltig, sehr locker und zerreiblich, werde daher oft als Quarzsand benutzt, führen aber auch häufig viele fleischrothe Feld spathkörner, und werden bisweilen so grobkörnig, dass sie fast eine breccien artige Beschaffenheit erhalten. Ihre zum Theil recht mächtigen Schichten wech seln mit Lagen von rothem, grünem oder grauem Letten, welche jedoch die vor waltenden Sandsteine niemals zu verdrängen vermögen.

Sehr bezeichnend für diese oberen, groben Keupersandsteine sind die häufig vorkommenden Brocken und Nester von schöner Pechkohle, welche aber, eben so wie die hier und da eingelagerten unreinen Kohlenschichten, durchaus keinen Gegenstand der bergmännischen Gewinnung bilden können.

In Württemberg endigt die Keuperformation mit dunkelrothem Letten, über welchem noch gelbe, äusserst feinkörnige und harte Sandsteine liegen. Die oberste Lage dieses Sandsteins pflegt, unmittelbar in der Auflagerungsfläche der Liasformation, als eine förmliche Knochenbreccie ausgebildet zu sein, indem sie mit Knochenfragmenten, Zähnen, Schuppen und Koprolithen von Fischen und Sauriern erfüllt ist. Sie erinnert an die ähnlichen Vorkommnisse im Lettenkohlensandstein, und gewinnt deshalb ein besonderes Interesse, weil auch in England und Frankreich die Basis der Liasformation vielorts durch eine ganz gleichartige Fisch- und Reptilienbreccie (das *Bonebed*) ausgezeichnet ist. Plieninger nannte sie sehr bezeichnend die Gränzbreccie, weil sie die Gränze zwischen Trias und Lias bildet.

Diese Zusammensetzung der oberen Etage der Keuperformation ist zwar nicht in allen ihren Territorien genau so wieder zu erwarten, wie sie hier, unter besonderer Berücksichtigung des Schwäbischen Territoriums, nach Quenstedt geschildert wurde; allein in der Hauptsache, d. h. in dem Vorwalten der Sandsteine,

und namentlich der grobkörnigen Sandsteine, dürfte sie sich fast überall gleich bleiben, wo sie überhaupt vorhanden ist*). Denn natürlich gelten auch für die Keuperformation, wie ja mehr oder weniger für alle Sedimentformationen, die oben S. 43 ausgesprochenen Bemerkungen, welchen zufolge einzelne Formationsglieder hier zu einer mächtigen, dort zu einer geringfügigen, und noch anderwärts zu gar keiner Entwickelung gelangt sein können.

Organische Ueberreste sind in der oberen Etage der Keuperformation nicht häufig, und bestehen grösstentheils in Pflanzenresten, an welchen zumal der untere feinkörnige Sandstein bisweilen sehr reich ist; die wichtigsten derselben sind wiederum *Equisetites columnaris* und *E. Bronni*, *Calamites arenaceus* und *Taeniopteris vittata* oder *marantacea*, wozu sich noch *Pterophyllum Jaegeri* und *Pecopteris Stuttgardiensis* gesellen. Bei Coburg ist es ein Sandstein von ziemlich gleicher bathrologischer Stellung, in welchem Stämme von *Voltzia coburgensis* und vollständige Abdrücke von *Semionotus Bergeri Ag.* vorgekommen sind**). — In den Lettenschichten der oberen bunten Mergel haben sich als Seltenheit Abdrücke von *Posidonomya minuta* gefunden. — Die oberen, grobkörnigen Sandsteine zeigen von Pflanzenresten, ausser der bereits erwähnten Pechkohle, nur selten Equiseten oder Calamiten, von Thierresten bisweilen Knochenfragmente und Zähne, namentlich auch von *Belodon Plieningeri* (oder *Phytosaurus cylindricodon*); die über diesen Sandsteinen liegenden Schieferthonschichten halten bei Veitlahm unweit Culmbach schöne Pflanzenabdrücke. — Die Knochenbreccie endlich, mit welcher die Keuperformation abschliesst, ist reich an Zähnen von *Hybodus*, *Acrodus* und Sauriern, an Fischschuppen, an braunen bröcklichen Koprolithen und anderen fragmentaren Ueberresten von Fischen und Reptilien.

Die Mächtigkeit der oberen Etage beträgt bei Stuttgart über 300 Fuss, ist aber sehr wechselnd nach Maassgabe der Mächtigkeit ihrer einzelnen Glieder, und sinkt in manchen Gegenden wohl bis auf 100 Fuss herab.

Uebrigens folgen sich alle Glieder der Keuperformation in concordanter Lagerung, wie sie selbst der Muschelkalkformation regelmässig aufgelagert ist, und eben so regelmässig von der Liasformation bedeckt wird, gegen welche ihre Gränze oft sehr unsicher werden kann, wenn diese Formation gleichfalls mit Sandstein beginnt, und die Knochenbreccie nicht vorhanden ist.

---

*) Man vergleiche z. B. Marcou, *Mém. sur le Jura Salinois*; v. Schauroth über die Gegenden von Coburg und Culmbach, in Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. III, 409 und IV, 542, sowie dessen Uebersicht der geogn. Verh. des Herz. Coburg, ebendaselbst V, 724 ff., aus welcher überhaupt die grosse Aehnlichkeit in der Gliederung der ganzen dortigen Keuperformation mit jener in Schwaben zu ersehen ist; v. Strombeck über die Gegend von Braunschweig, ebendaselbst, IV, 54 ff.; Fr. Hoffmann, Uebers. d. orogr. u. geogn. Verhaltnisse vom NW. Deutschland, 443 ff.

**) Vergl. v. Schauroth, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. III, 409, u. IV, 538.

§. 399a. *Bonebedgruppe, oder Gränzbildung zwischen Keuper und Lias.*

In neuerer Zeit ist die Frage vielfach verhandelt worden, wo eigentlich c obere Gränze des Keupers angenommen, oder wo die Demarcationslinie zw schen der Trias- und Lias-Formation gezogen werden solle.

Da die Liasformation gewöhnlich in vollkommen concordanter Lagerung a der Keuperformation liegt, und da beide Formationen unmittelbar auf einand gefolgt sind, so werden sich in ihren Gränzschichten oftmals Verhältnisse zu e kennen geben, welche eine scharfe Gränzbestimmung erschweren müssen, u sogar die Ansicht veranlassen könnten, dass in jenen Gränzschichten gewisse maassen ein neutrales Zwischenglied vorliege, welches weder der einen no der anderen Formation zugerechnet werden darf. Die zwischen Keuper u Lias auftretende Bonebedgruppe ist es nun, welche, als ein solches neutr les Zwischenglied von zweifelhaftem Signalement, bald mit dem Keuper, ba mit dem Lias vereinigt wurde*).

Eine ähnliche Unsicherheit der Begränzung ist es, welche wir überhaupt zw schen je zwei unmittelbar auf einander folgenden Gliedern einer und derselb Formation, und eben so zwischen je zwei unmittelbar auf einander folgenden Fo mationen begegnen, sobald solche in concordanter Lagerung über einander vo kommen, und sich als Producte eines und desselben, stetig und ruhig fortge setzten Bildungs-Processes zu erkennen geben. Allein die mineralische Beschaffe heit der Schichten, und das gleichzeitige Auftreten von Nachzüglern älterer und vo Vorläufern neuerer Organisations-Typen, sie beweisen es dennoch, dass wir un auf der Schwelle zweier wesentlich verschiedener Formationen und an einem Wen depunkte in dem Entwicklungsgange der Natur befinden. Fast alle unsere systema tischen Eintheilungen der sedimentären Formationen lassen dergleichen mehr ode weniger vertuschte Gränzen erkennen; weshalb Deffner und Fraas sehr richtig be merken, dass es wohl keinem Geognosten einfallen werde, in dem Schichtenge bäude der Flötzformationen überall scharfe Gränzen zu erwarten. Neues Jahrb. für Min. 1859, S. 5. So liegen uns denn auch im Keuper und im Lias gewisser maassen die Werke zweier auf einander folgender Schöpfungstage vor; die Abend dämmerung des einen Tages war zugleich die Morgendämmerung des andern; aber wie unbestimmt auch die während dieser Dämmerung gebildeten Schichten charak terisirt sein mögen, so bestimmt und auffallend ist doch der Contrast zwischen bei den Tagewerken. Und diess dürfte uns hier wie in allen ähnlichen Fällen berech tigen, eine, wenn auch nur ideale Demarcationslinie zwischen beiden Formationen zu suchen.

Gelblichweisse und gelbe, sehr feinkörnige und harte, zuweilen auch graue, mergelige und weiche Sandsteine, sowie dunkelgraue bis schwarze Thone, Schieferthone und Mergelschiefer sind in Teutschland als die gewöhn lichen Gesteine der oft nur sehr wenig mächtigen Etage zu betrachten, welche mit dem Namen der Bonebedgruppe belegt worden ist. Der Sandstein liefert in seinen harten Varietäten vortreffliche Bausteine, und bildet theils vorwaltend die ganze Gruppe, indem ihm die übrigen Gesteine eingelagert sind, theils er-

---

*) Dieselbe Gruppe wird auch häufig als die Zone der *Avicula contorta* aufgeführt, und ist als ein Aequivalent der Kössener Schichten in den Alpen erkannt worden.

scheint er nach unten gedrängt, während nach oben die thonigen Gesteine vorwalten; in den letzteren erscheinen auch bisweilen kohlige Schichten.

Man kennt diese Etage nicht nur in Schwaben, sondern auch in Franken, Thüringen, Braunschweig, Hannover, wo sie überall mit ähnlichen Eigenschaften erscheint, und dieselbe bathrologische Stellung behauptet. Das ganze Schichtensystem, welches von Quenstedt als Vorläufer des Lias eingeführt wird, hat neuerdings, wegen seiner Beziehungen zu den sogenannten Klössener Schichten der Alpen, eine ausserordentliche Wichtigkeit erlangt.

Von den Fossilien, welche die Bonebedgruppe charakterisiren, sind zuvörderst Conchiferen hervorzuheben, unter denen besonders *Modiola minuta Goldf.*, *Taeniodon Ewaldi Born.*, *Anodonta postera Fraas*, welche oft in dichtem Gedränge die Schichten des Sandsteins bedeckt, *Cardium rhäticum Escher*, *Avicula contorta Portl.* und *Pecten Valoniensis Defr.* genannt zu werden verdienen. Die letzte Schicht, oder doch gewöhnlich eine der obersten Lagen des Sandsteins aber ist es, welche sich, bei geringer Mächtigkeit von nur einem oder wenigen Zollen, oft dermaassen mit Zähnen, Knochen und anderen fragmentaren Ueberresten von Fischen und Reptilien erfüllt zeigt, dass sie als eine förmliche Knochenbreccie erscheint, und auch gewöhnlich unter diesem Namen aufgeführt wird. Von den Fischzähnen sind besonders *Hybodus minor*, *H. laevis*, *H. cuspidatus*, *Acrodus minimus*, *Saurichthys acuminatus* und der grosse *Ceratodus cloacinus* zu erwähnen. — Von Pflanzenresten kommen gewöhnlich nur *Calamites arenaceus* und Equisetiten vor; in Oberfranken aber, bei Veitlahm, Theta und anderen Orten finden sich zahlreiche Abdrücke von Cycadeen und Farnen *).

Dieser gelbe, feinkörnige und harte Sandstein, welchen zuerst v. Alberti als versteinerungsreichen Sandstein von Täbingen beschrieb (Monographie des bunten Sandsteins u. s. w. 1834, S. 153), bezeichnet nach Quenstedt in Württemberg das Ende aller rothen Schichten der Keuperformation, indem auch die mit ihm wechselnden thonigen Schichten stets grau gefärbt sind. Unter und zwischen ihm erscheinen hier und da Lagen von Steinkohle, während sich thierische Ueberreste erst in den oberen Schichten einzustellen pflegen, und besonders zahlreich bei Esslingen und Nürtingen gefunden haben. Ausser mehren der oben genannten und einigen anderen Muscheln, welche Quenstedt mit dem Prädicate *posterus* oder *praecursor* belegt, je nachdem sie an triasische oder an liasische Formen erinnern, sind besonders die Knochen, Zähne, Schuppen und Koprolithen zu erwähnen, welche meist in einer der obersten schmalen Sandsteinlagen angehäuft vorkommen. Quenstedt, das Flötzgebirge Würtembergs, S. 110 f. und: der Jura, S. 25 ff.

Schon im Jahr 1856 wurde dieselbe Gruppe von Oppel und Suess unter dem Namen der Gränzschichten zwischen Keuper und Lias besprochen, und dabei besonders das Vorkommen von *Avicula contorta*, *Cardium rhäticum* und *Pecten Valoniensis*, als dreier Fossilien hervorgehoben, welche auch für die Kössener Schichten vorzüglich bezeichnend sind. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, B. 21, S. 535 ff. Weitere Nachweise über die Bonebedgruppe, als Aequivalent der Kössener Schichten in Schwaben und in Luxemburg, gab Oppel ebendaselbst B. 26, S. 7 ff. Bald darauf veröffentlichte er interessante Mittheilungen über das Auftreten

*) Diese schönen Pflanzenreste hat W. Braun in Münster's Beiträgen zur Petrefactenkunde, Heft VI, 1843 beschrieben und abgebildet.

derselben Schichten im Département Côte d'Or, nach den Beobachtungen von Martins, wobei er sich aus paläontologischen Gründen dafür entschied, dass die Gränzlinie zwischen Trias und Lias über diesen Schichten und unter der Zone mit *Ammonites planorbis* anzunehmen sei; welche Ansicht er bereits in seinem trefflichen Werke über die Juraformation (S. 290) ausgesprochen hatte*). Württemb. naturwiss. Jahreshefte, 1859, S. 315 ff. Gleichzeitig haben Deffner und Fraas, in ihrer schönen Abhandlung über die Jura-Versenkung bei Langenbrücken in Baden, die dortige Bonebedgruppe als eine selbständige Gränzbildung zwischen Keuper und Lias ausführlich geschildert. Neues Jahrb. für Min. 1859, S. 1 ff.

Während Oppel und viele andere namhafte Geologen die Bonebedgruppe Württembergs als den Schluss-Stein der Keuperformation betrachten, und während dieselbe Ansicht noch neuerdings von Winkler, in seiner Dissertation über die Schichten der *Avicula contorta*, geltend gemacht worden ist, so findet sich dagegen Rolle, zufolge einer genauen Untersuchung der im Bonebed der Waldhäuser Höhe bei Tübingen vorkommenden Fossilien, zu der Erklärung bewogen, dass der gelbe Keuper-Sandstein und das Bonebed schon dem unteren Lias angehören, und gleichsam den Grundstein dieser Formation bilden. Wenn auch die Fischreste des Bonebed mehr auf die obere Trias, als auf den unteren Lias verweisen, so seien doch die meisten Conchylien nur auf den letzteren zu beziehen, und, gleichwie die Veränderung der Fauna überhaupt kein plötzliches und momentanes Ereigniss gewesen sei, so möge die Wirbelthierfauna insbesondere nur sehr allmälige Veränderungen erlitten, und in manshen Arten selbst bis in den Anfang der Liasperiode fortgelebt haben**). Obgleich nun auch andere sehr achtungswerthe Auctoritäten derselben Ansicht sind, so scheint doch das Bonebed selbst einen Stillstand in den sedimentären Operationen der Natur, eine längere Pause der Schichtenbildung, gleichsam ein leeres Blatt in der petrographischen Entwickelungsgeschichte zu bezeichnen, wie solche auf der Markscheide zweier Formationen zu erwarten sind. Auf der anderen Seite aber ist nicht zu läugnen, dass die grosse Armuth an thierischen Fossilien, welche der mittlere und der obere Keuper diesseits der Alpen zeigen, sowie dass der ganz eigenthümliche Charakter, welchen die Fauna der Bonebedgruppe (trotz mancher triasischen Nachzügler) erkennen lässt, die Ansicht nicht wenig unterstützen, diese Gruppe schon mit der Liasformation zu verbinden; wofür auch ganz besonders einige in den Alpen beobachtete Verhältnisse sprechen, von denen in §. 401a die Rede sein wird.

Die Bonebedgruppe ist aber nicht nur in Schwaben, sondern auch im mittleren und nördlichen Teutschland bekannt. Die durch W. Braun bekannt gewordenen Pflanzenreste, welche in Oberfranken bei Bamberg, Banz (Veitlahm), Lichten-

*) Auch Marcou rechnet das Bonebed noch zur Trias, und vergleicht es einem *ossuaire des dernières générations de l'époque triasique. Lettres sur les roches du Jura*, 1857, p. 21. Eben so gelangt Terquem zu dem Resultate, dass das Bonebed und die mit ihm verbundenen Sandsteine noch zum Keuper gehören, und dass der Sandstein von Hettange und Luxemburg, nicht, wie Dewalque meint, eine Einlagerung im Lias, sondern eine selbständige Gruppe bildet, wie der ähnliche Sandstein in Teutschland und England. *Bull. de la soc géol.* [2], *t.* 15, 1858, *p.* 627.

**) Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, B. 26, 1858, S. 12 ff.

fels. Culmbach und Baireuth (Schloss Fantaisie, Theta) gefunden werden, stammen nach Gümbel aus dieser Gruppe. Ueber den bunten Mergeln und Sandsteinen des Keupers lagert nämlich eine Reihe dickschichtiger, zum Theil sehr fester, weisslicher und gelblicher Sandsteine, welche Calamiten enthalten und vielfach als Bausteine gewonnen werden. Unter der obersten dieser bauwürdigen Sandsteinschichten liegt das, höchstens 1 bis 2 Fuss starke Schieferthonlager mit den schönen Pflanzenabdrücken. In dem weiter aufwärts folgenden, sehr eisenschüssigen und dünnschichtigen Sandsteine aber fand Gümbel bei Strullendorf zahlreiche Knochenreste und einen Zahn von *Saurichthys longidens*, so dass wohl diese, den Pflanzenschiefer überall bedeckenden Sandsteinschichten das Bonebed repräsentiren, während die nur wenig höher liegenden Sandsteine durch ihre organischen Ueberreste den Anfang der Liasformation verkünden. Neues Jahrb. für Min. 1858, S. 550 f. Auch Pfaff gab über diese Gränzbildung zwischen Keuper und Lias lehrreiche Mittheilungen, aus denen hervorgeht, dass feinkörnige, weisse und gelbliche Sandsteine mit Zwischenschichten von grauem Mergelthon die Unterlage derjenigen Schichten bilden, in welchen weiter aufwärts die ersten unzweifelhaft liasischen Fossilien erscheinen. Ein grobkörniger, gelber und eisenschüssiger Sandstein, welcher noch unter den letzteren Schichten liegt, wird von Pfaff schon der Liasformation zugerechnet. Neues Jahrb. für Min. 1857, S. 4 ff.

Im Herzogthum Coburg ist die Bonebedgruppe von Berger als Lias-Sandstein aufgeführt, und später von v. Schauroth ausführlich betrachtet worden, welcher sie, eben so wie die vorerwähnten Schichten Oberfrankens, gleichfalls dem Lias beizurechnen geneigt ist. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. V, S. 734 f.

Von dem Vorkommen am Seeberge und Rennberge bei Gotha gab Credner eine sehr genaue Beschreibung, an welche er die Betrachtung mehrer anderer Localitäten im nördlichen Teutschland knüpft. Unmittelbar über den bunten Keupermergeln liegt am Seeberge, 30 bis 40 Fuss mächtig, ein lichtgelber feinkörniger Sandstein, von welchem eine der tieferen Schichten mit Abdrücken der *Anodonta postera* erfüllt ist; darüber folgt ein Wechsel von Sandstein und Schieferthon; dann gegen 40 Fuss mächtig ein dickschichtiger, gelblichweisser fester Sandstein, der ein treffliches Baumaterial liefert, aber nur selten organische Ueberreste erkennen lässt. Eine 4 bis 6 Fuss starke graue Thonschicht trennt diesen Sandstein von einem grauen Sandsteine, in welchem aufrechte Stämme eines Equisetiten vorkommen; endlich folgt gelblichgrauer Mergelschiefer mit *Modiola minuta, Cardium rhäticum, C. Philippianum, Taeniodon ellipticus* und andern Fossilien, worauf sich die unzweifelhaften Lias-Sandsteine legen. Eben so interessant sind die Verhältnisse in der Gegend von Eisenach, wo am Schlierberge bei Krauthausen über den bunten Keupermergeln mächtige gelblichweisse Sandsteine liegen, welche von schwärzlich-grauen Mergelschiefern bedeckt werden, in denen *Taeniodon Ewaldi, Avicula contorta* und *Cardium rhäticum* vorkommen. Neues Jahrb. für Min. 1860, S. 296 ff.*).

Im Herzogthum Braunschweig hat v. Strombeck die Gruppe nachgewiesen, als einen feinkörnigen, theils festen, theils milden und zerreiblichen, weissen bis gelblichgrauen Sandstein von einer bis über 100 Fuss steigenden Mächtigkeit; derselbe wechselt mit dunkelgrauem Schieferthon, welcher nach oben vorwaltend wird, und bisweilen schmale Lagen von Steinkohle beherbergt. Calamiten und Abdrücke von *Anodonta postera* sind fast die einzigen bekannten organischen Ueberreste. Einstweilen erklärte v. Strombeck diesen Sandstein für obersten Keupersandstein; auch wies er die grosse Verbreitung desselben zwischen Magdeburg und Hannover nach. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. IV, S. 70 ff. Nach Credner

*) Senft beschrieb dieselben Schichten aus der Gegend von Eisenach, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. X, S. 351 f.

kommen bei Sehnde, östlich von Hannover in denselben Schichten *Taeniodon Ewal* und *Avicula contorta* vor.

Aus der Umgegend von Göttingen und Salzderhelden hat Bornemann de Bonebedsandstein beschrieben, welcher dort in eine untere, fossilarme Sandstein gruppe, und in eine obere, sandigthonige Gruppe mit zahlreichen Fossilien ze fällt, unter denen besonders *Taeniodon Ewaldi*, *T. ellipticus* und *Cardium Philippi num* zu erwähnen sind. Auch er war geneigt, die ganze Bildung nicht dem Lia sondern dem Keuper beizurechnen. Ueber die Liasformation in der Umgend vo Göttingen, 1854, und Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. VI, S. 653.

Eine wichtige Abhandlung über die Bonebedgruppe in Hannover gab Schlön bach im Neuen Jahrbuche für Min. 1860, S. 513 ff. Bei Salzgitter sind die zu die ser Gruppe gehörigen gelben Sandsteine und dunkelgrauen Thone in der bedeuten den Mächtigkeit von 170 F. vorhanden, und lassen sich von dort bis nach Sehnde un Hildesheim, überhaupt auf eine Strecke von 7 bis 8 Meilen verfolgen. Auch werde sie von Knochenbreccien-Lagen begleitet, welche jedoch nicht über, sonder unter der mächtigsten Sandstein-Etage im Thone liegen: was eine merkwürdig Abweichung von den anderwärts bekannten Verhältnissen ist. Dabei wird auf de westlichen Seite des Salzgitterschen Höhenzuges der Lias über der Bonebedgrupp vermisst, welche sogleich von den tiefsten Schichten der Kreideformation bedeck wird, während auf der östlichen Seite der Lias vorhanden ist. Der mächtige obere Sandstein enthält in seinen höchsten Lagen zahlreiche Pflanzenabdrücke, Cycadeen Farne, Equisetiten und besonders häufig *Calamites arenaceus*; von Conchylien abe haben sich, ausser *Taeniodon Ewaldi* (oder vielleicht *Anodonta postera*) keine vor- gefunden.

Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes glaubten wir die Verhältnisse dieser Bonebedgruppe etwas ausführlicher besprechen zu müssen. Ueber die Vorkommnisse derselben in England und über die aequivalenten Kössener Schichten wird weiter unten das Wichtigste mitgetheilt werden.

§. 400. *Trias in England und in Oberschlesien.*

Während in Lothringen, Schwaben, Franken, Thüringen und Hessen die Trias vollständig, in allen ihren drei Hauptgliedern vorhanden, und auch jedes dieser Glieder als ein selbständiges Ganzes ausgebildet ist, so beginnen weiter nördlich und nordwestlich, in Luxemburg und im nördlichsten Theile Westphalens, Verhältnisse, welche ein allmäliges Ausfallen des Muschelkalkes vorbereiten, indem derselbe dort durch Zwischenschichten von rothem Schieferletten, Sandstein und Conglomerat dergestalt in mehre Lager zerschlagen erscheint, dass man noch weiter nach Nordwesten seine gänzliche Auskeilung erwarten kann. Und in der That verhält es sich so; denn wo jenseits der Niederlande und der Nordsee die Trias in England wiederum zu Tage austritt, da besteht solche in grosser Ausdehnung nur noch aus Buntsandstein und Keuper, da ist der Muschelkalk, dieses in Teutschland so bedeutende Formationsglied, gar nicht mehr nachzuweisen. Ganz ähnlich sind nach Dufrénoy die Verhältnisse an der Südseite des Centralplateaus von Frankreich, wo in den Departements des Aveyron, des Lot und der Dordogne die Trias gleichfalls nur als Dyas, ohne den Muschelkalk, ausgebildet ist.

Friedrich Hoffmann hat zuerst auf die merkwürdigen Verhältnisse bei Ibbenbühren, am westlichen Ende des Wesergebirges, aufmerksam gemacht. Dort ist nämlich der Muschelkalk nicht mehr als eine einzige, ungetheilte Kalksteinablagerung vorhanden, sondern er wird daselbst durch einige ihm eingelagerte Schichtensysteme von rothem Mergel und Schieferletten abgetheilt. Er liegt also, mit diesen Gesteinen wechsellagernd, über den rothen Mergeln des Buntsandsteins und unter den ganz ähnlichen Gesteinen des Keupers, zeigt auch zum Theil eine ziemlich abweichende petrographische Beschaffenheit. Denkt man sich nun, dass weiter nach Westen dieses Eingreifen der rothen Mergel und Schieferletten immer häufiger erfolgt, und dass die Kalksteinschichten an Zahl und Mächtigkeit beständig abnehmen, während die anderen Schichten zahlreicher und mächtiger werden, so begreift man, wie die Muschelkalkformation als solche spurlos verschwunden sein müsse, lange bevor man die englischen Küsten erreicht. Karstens Archiv, Bd. 12, S. 302. Nach Volger findet auf Helgoland eine ähnliche Wechsellagerung zwischen Muschelkalk und Keuper Statt, und v. Bennigsen-Förder bemerkt, dass auch im westlichen Theile von Luxemburg der Muschelkalk mehrorts durch Einlagerungen von rothem Schieferletten (ja sogar von Conglomerat) unterbrochen wird. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 17, S. 1 f. — Diese Erscheinungen, sagt v. Dechen, sind deshalb von Interesse, weil sie zeigen, auf welche Weise eine sehr mächtige, weit verbreitete Gebirgsmasse, die grossen Länderstrichen einen bestimmten Charakter verleiht, in ein unscheinbares Zwischenlager verwandelt wird, und endlich spurlos verschwindet. Handb. der Geogn. von De la Beche, bearb. von v. Dechen, S. 437. — Auch bei Commern in Rheinpreussen ist der Muschelkalk eigenthümlich ausgebildet, indem er drei Etagen unterscheiden lässt, von denen die untere und die obere aus Dolomit besteht, während die mittlere von rothem Schieferletten und Sandsteinschiefern mit untergeordneten Kalksteinschichten gebildet wird. Sinning, in Verhandl. des naturh. Vereins der preuss. Rheinlande, XI, 1854, S. 391 f.

1. Trias in England.

In England ist die Trias sehr verbreitet; von Teignmouth in Devonshire erstreckt sie sich nordwärts durch das ganze Land, über Nottingham einerseits bis Stockton in Durham, und anderseits bis nach Lancaster. Sie liegt dort grösstentheils mit horizontaler Schichtung discordant auf den älteren Formationen, und liefert zumal in ihrer oberen Abtheilung einen äusserst fruchtbaren Boden.

A. Buntsandstein und Keuper.

Der eigentliche Buntsandstein gewinnt besonders im mittleren England eine bedeutende Entwickelung, und eine Mächtigkeit bis zu 600 Fuss; er ist stellenweise, wie z. B. in Staffordshire, reich an Conglomeraten, wird aber ausserdem, gerade so wie in Teutschland, von rothen, nach oben oft weissen oder doch hellfarbigen Sandsteinen, so wie von rothem und grünem Schieferletten gebildet.

Der Buntsandstein Englands wird von den Geologen des Survey in vier Etagen gesondert, welche nach Ramsay auf der Ostseite von Coalbrook-Dale, zwischen Bridgenorth und Pattingham, am schönsten entblöst sind. Ueber den steil aufgerichteten Schichten der permischen Formation liegen dort in discordanter Lagerung:

1. Unterer, ziegelrother und bunter Sandstein;
2. Grobes Conglomerat, mit völlig abgerundeten Geröllen;
3. Oberer, rother und bunter Sandstein;
4. Weisser und brauner Sandstein nebst rothem Mergel.

Ueber Nr. 4 folgen dann die Mergel des Keupers. Doch sind diese vier Glie nicht überall vorhanden. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. XI, p.* 187. In Shr shire, Cheshire und Lancashire kennt man nach Edw. Hull nur die drei erstei Etagen, von denen die erste und die dritte ganz dieselbe petrographische Besch fenheit zeigen.

Der Muschelkalk fehlt zwar in England; doch scheint wenigstens in Shropsh ein kalkiger Lagerzug (*a subcalcareous course*) seine Stelle zu bezeichnen. Dersel findet sich bei Broughton, 7 engl. Meilen nördlich von Shrewsbury, genau auf Gränze des Buntsandsteins und der salzführenden Keupermergel. Das Gestein d ser Lager ist ein sandiger, grauer, aber gelb verwitternder, in Platten brechen Kalkstein, welcher bisweilen ganz von Kalkspath imprägnirt und dann im Bru schillernd ist. Obgleich in diesen Schichten noch keine organischen Ueberreste funden worden sind, so hält sie Murchison dennoch für die Repräsentanten d Muschelkalkes. *The Silurian System, p.* 37.

Der durch kalkarme sogenannte Mergel, durch Schieferletten und Gy charakterisirte Keuper ist vorzüglich in Cheshire, Worcestershire, Shropshir Warwickshire und Lancashire ausgebildet, wird oft über 1000 Fuss mächti ist in den beiden erst genannten Grafschaften reich an Soolquellen und Lager und Stöcken von Steinsalz, welche dort, eben so wie in Lothringen, innerhal der unteren Etage auftreten. Bei Northwich in Cheshire kennt man zwei Salz lager von grosser Verbreitung und mehr als 90 und 100 Fuss, bei Lawton 20 Meilen südlich von Northwich, drei Salzlager von 4, 12 und 72 Fuss Mäch tigkeit, und bei Stoke-Prior, unweit Droitwich in Worcestershire, sind im Jahr 1828 sogar fünf Salzlager nachgewiesen worden. Ueberhaupt erstreckt sich di Salzführung der englischen Keuperformation nach Ormerod über einen Raum von 150 engl. Meilen Ausdehnung, innerhalb dessen die Mächtigkeit der ganzen Trias oft über 1700 Fuss beträgt.

Die Masse der beiden Salzlager von Northwich besteht nach Holland aus einem Gemeng von Steinsalz und rothbraunem Thon, in welchem sich häufige Nester, Stöcke und Adern (*veins*) von reinerem, weissem Salze finden. Das untere Lager enthält in seiner Mitte eine 15 bis 18 Fuss mächtige Schicht von sehr reinem Salz, welche vorzugsweise den Gegenstand des dortigen Steinsalzbergbaus bildet, dessen Gruben bei guter Beleuchtung einen prachtvollen Anblick gewähren. Merkwürdig sind die polyëdrischen Formen, zu welchen sich die weissen Salzlagen in dem rothen Thone verbunden zeigen; die 2 bis 6 Zoll mächtigen Salzlagen durchschneiden sich nämlich dergestalt, dass im Querschnitte concentrische, polygonale Figuren und selbst Kreise von 2 bis 12 Fuss Durchmesser hervortreten. Weder in den Salzlagern, noch in denen sie begleitenden Schichten ist jemals eine Spur von organischen Körpern entdeckt worden. Holland, in *Trans. of the geol. soc.* I, 1811, *p.* 38 ff auch Horner, ebendaselbst, II, *p.* 94 ff.

An der Ostseite der Malvernhills zeigt die Trias nach Phillips eine Gliederung, welche, bis auf den Mangel des Muschelkalkes, viele Aehnlichkeit mit manchen Territorien in Teutschland erkennen lässt, weshalb wir sie hier folgen lassen.

a. Buntsandstein.

α. Haffield-Conglomerat, meist dunkelroth, findet sich nur in alten Buchten oder Baien, hat eine sehr verschiedene Mächtigkeit bis zu 200 Fuss, und fehlt häufig ganz.

β. Newent-Sandstein; meist roth, bald weich, bald hart, z. Th. conglomeratartig durch Quarzgerölle, wechselt mit rothem sandigen Schieferletten, hat oft discordante Parallelstructur, und geht nach oben in weissen Sandstein über; ist 200 bis 400 Fuss mächtig, und findet sich nur zwischen den Malvernhills und dem Mayhill.

b. Keuper.

α. Untere Mergel; 400 bis 500 Fuss mächtig, zum Theil mit Sandsteinlagen, darunter harte, dünne Sandsteinplatten mit würfeligen Krystalloiden.

β. Keupersandstein; selten über 20 Fuss mächtig lässt sich dieser, sehr häufig mit discordanter Parallelstructur, bisweilen auch mit Leistennetzen versehene Sandstein von den Ufern der Severn bei Box-Grove bis nach Upton, 120 engl. Meilen weit verfolgen.

γ. Obere Mergel; 200 bis 250 Fuss mächtig, bisweilen mit Gypslagern. *Memoirs of the geol. survey of Great-Britain, vol. II, part. I, p.* 110 ff.

James Plant hat gezeigt, dass der Keupersandstein bei Leicester bedeutend entwickelt ist, indem er dort 80 bis 100 Fuss mächtig wird. Von Fossilien fanden sich *Echinostachys oblonga*, Equiseten, Voltzia und *Estheria minuta*, auch Ueberreste von Fischen. Nach Hull liegt der Keuper in einigen Gegenden Central-Englands, wie z. B. bei Ashby-de-la-Zouch und in der Nähe des Kohlenfeldes von Warwickshire, discordant auf dem Buntsandsteine. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 14, *p.* 224.

Im Allgemeinen ist die englische Trias sehr arm an organischen Ueberresten. Bei Allesley-Hill unweit Coventry enthält der weisse Sandstein verkieselte Stämme von Coniferen; auch kennt man *Posidonomya minuta*, Zähne von *Labyrinthodon*, und mehrorts Fährten von *Chirotherium*. Bei Axmouth in Devonshire, so wie bei Westbury und Aust-Cliff in Gloucestershire liegt, wie in Württemberg, auf der Gränze des Keupers und Lias eine Knochenbreccie, das sogenannte *Bone-bed*, reich an Ueberbleibseln von Fischen.

B. Bonebed-Gruppe; Gränzbildung zwischen Keuper und Lias.

Die durch das Bonebed charakterisirte Etage Süd-Englands ist neuerdings von Wright, unter dem Namen der Schichten mit *Avicula contorta*, ausführlich beschrieben worden. Sie liegt dort zwischen den bunten Mergeln des Keupers und den tiefsten Schichten der Etage mit *Ammonites planorbis* des Lias, und besteht aus schwarzem Schieferthon mit eingeschalteten Sandsteinen, Kalksteinen und Lagen von Knochenbreccie; ihre Mächtigkeit beträgt gewöhnlich 20 bis 30 Fuss.

Wright zeigt, dass die Fauna dieser Schichten auch in England eine eigenthümliche ist, und nicht in den Lias hinaufreicht; die Conchylien zeigen die meiste Analogie mit gewissen Formen des Muschelkalkes, während die Fischreste der Knochenbreccie, welche schon von Egerton und Agassiz für triasisch erklärt wurden, dieselben sind, wie in Teutschland und Frankreich, im Jura und in den Alpen.

Der Verfasser giebt eine Beschreibung der Bonebedgruppe von zwölf verschiedenen Localitäten, unter denen besonders das Profil am Garden-Cliff bei Westbury in Gloucestershire sehr lehrreich ist. Die Etage ist dort über 30 Fuss mächtig; das zollstarke Bonebed liegt 7 Fuss über dem Keupermergel; unter ihm lagern Schieferthon und Sandstein mit *Pullastra arenicola*, *Avicula contorta*, *Cardium rhäticum*

und *Modiola minuta;* über ihm folgen ähnliche Schichten mit *Pecten valoniensi* *Monotis decussata, Cardium rhäticum, Myacites* und *Estheria minuta.* Am Wainlodi Cliff sind die Schichten 35, bei Cardiff zwar nur 18 Fuss mächtig, lassen sich ab dort mehre Meilen weit verfolgen. Ueberhaupt kennt man sie in Worcester, Wa wick, Gloucester, Somerset, Glamorgan, Dorset und auch in Staffordshire. Als d wichtigsten Fossilien aus diesen Schichten sind zu nennen:

Pullastra arenicola Strickl.	*Monotis decussata* Goldf.
Cardium rhäticum Merian	*Avicula contorta* Portl.
Modiola minima Sow.	*Pecten valoniensis* Defr.
. . . . *minuta* Goldf.	*Ostrea liasica* Strickl.
Myacites musculoides Schl.	*Estheria minuta* Jones

sowie von Fischresten, die in England wie in Schwaben vorkommen,

Acrodus minimus Ag.	*Gyrolepis Alberti* Ag.
Nemacanthus monilifer Ag.	. . . . . *tenuistriatus* Ag. und
Hybodus minor Ag.	*Saurichthys apicalis* Ag.

Zum Schlusse seiner Abhandlung bemerkt Wright, dass, wie auch die Form tions-Stellung der Bonebedgruppe bestimmt werden dürfe, so doch kein Zwei darüber walten könne, dass die über ihr folgende Etage mit *Ammonites planorbis* Liasformation eröffne. Uebrigens hat Portlock dieselben Schichten auch im nörd chen Irland, bei Lisnagrib und Derrymora nachgewiesen. *Quart. Journ. of the ge soc. vol.* 16, 1860, *p.* 374 ff.

2. Muschelkalk in Oberschlesien und Polen.

Wenn auch in Niederschlesien, sagt v. Dechen, kein Zweifel obwalten kan dass der östlich und westlich von Bunzlau bei Nischwitz, Wartha, Grosshar mannsdorf und bei Wehrau vorkommende Kalkstein dem Muschelkalke ang hört, indem er regelmässig auf buntem Sandstein aufliegt, und dem Thüring Muschelkalke in Beschaffenheit und Versteinerungen ganz gleich ist, so ist d Stellung des Oberschlesischen Kalksteins von Tarnowitz lange Zeit um so ung wisser gewesen. Es kommt dort weder Buntsandstein noch Keuper vor; so dern derselbe liegt auf dem Steinkohlengebirge unmittelbar auf, und wird v oberen Gliedern der Juraformation bedeckt*). Indessen ist dieser Tarnowit Kalkstein doch schon für Muschelkalk angesprochen worden, ehe noch die p läontologischen Beweise für die Richtigkeit dieser Deutung geliefert wurden**

Dieser Muschelkalk Oberschlesiens unterscheidet sich von den gleichnami gen Bildungen anderer Gegenden durch seine vorwaltenden Dolomite, dur die theilweise Verschiedenheit seiner organischen Ueberreste, und durch sein reichen Lagerstätten von Brauneisenerz, Galmei und Bleiglanz. Auf ganz ähn liche Weise ist er im angränzenden Polen ausgebildet, wie er sich denn über

---

*) Handbuch der Geognosie, von De la Beche, bearbeitet von v. Dechen, S. 45..

**) Laut einer, in Freieslebens geognostischen Arbeiten, Bd. IV, S. 275 stehende brieflichen Mittheilung vom Jahre 1809, sprach Schulze schon damals ganz bestimmt d Ansicht aus, dass der Tarnowitzer Kalkstein nur Muschelkalk sein könne, welche Ansicht später in Leonhards min. Taschenb. X, 1816, S. 143 abermals geltend zu machen sucht bis solche durch v. Oeynhausen, in seinem Versuche einer geognostischen Beschreibu von Oberschlesien (1822, S. 218 f.) und durch Pusch (in Karstens Archiv, 1829, S. 34, un in seiner geognost. Beschreibung von Polen 1838, S. 251 f.) auch durch paläontologisch Gründe ausser allen Zweifel gesetzt wurde.

haupt mit gleichen Eigenschaften von Oppeln und Krappitz an der Oder, über Tarnowitz und Olkucz bis nach dem Kloster Alwernia erstreckt. Weiter östlich, in den Umgebungen des Sandomirer Gebirges, erscheint der Muschelkalk abermals, zugleich mit dem ihn unterteufenden Buntsandsteine, um dann auf grosse Strecken unter neueren Bildungen zu verschwinden.

Im Allgemeinen lässt auch der Muschelkalk von Tarnowitz und Olkucz drei Hauptglieder oder Etagen unterscheiden, welche den drei in §. 396 beschriebenen Etagen zu vergleichen sind. Die untere Etage besteht aus blaulichgrauem oft dünnschichtigem Kalksteine, dem sogenannten Sohlgesteine; die mittlere Etage aus eisenreichem Dolomite, dem sogenannten Dachgesteine, und die obere Etage abermals aus Kalkstein und Mergel, dem sogenannten Opatowitzer Kalksteine. Die verschiedenen Erzlagerstätten kommen nahe an der Gränze der unteren und mittleren Etage, jedoch schon innerhalb der letzteren vor, worauf sich auch die aus der Sprache des Oberschlesischen Bergmanns entlehnten Namen Sohlgestein und Dachgestein beziehen*).

Die untere Etage wird theils von reinen, ziemlich dickschichtigen, theils von mergeligen oder thonigen, dünnschichtigen Kalksteinen gebildet, welche beide mit dünnschieferigen Lettenlagen abwechseln, im frischen Zustande dunkel blaulichgrau und etwas bituminös sind, durch die Verwitterung aber gelb oder schmutzig weiss werden. Die dünnschichtigen Varietäten zeigen auf ihren Schichtungsflächen wellenförmige Unebenheiten und häufige Schlangenwülste, wesshalb sie schon von Pusch mit dem Wellenkalke Schwabens verglichen wurden.

Diese Etage hat die grösste Verbreitung, bedeckt längs ihrer südlichen Gränze in discordanter Lagerung die Schichten der Steinkohlenformation und des Thonschiefers, von welchem sie jedoch vielorts durch ein Zwischenlager rother Thonschichten, als einer schwachen Andeutung der Buntsandsteinformation, getrennt wird. Sie erhebt sich einerseits über das Niveau der Steinkohlenformation, anderseits senkt sie sich zu flachen aber langgestreckten Mulden ein, denen die Dolomite der mittleren Etage eingelagert sind. In Oberschlesien kennt man besonders zwei dergleichen Mulden, von welchen die eine den Tarnowitzer, die andere den Beuthener Dolomit einschliesst; in Polen sind die Mulden weit zahlreicher: »von Scharley über Bobrownik bis Woikowice, sagt Pusch, bildet das Sohlgestein ein so complicirtes System von Mulden und Satteln, wie man es nur selten beobachtet.« Die Oberfläche dieser Etage ist zumal da, wo über ihr die Erze vorkommen, höchst uneben, mit regellosen Vertiefungen und Erhöhungen, mit Racheln, Schrunden und Abstürzen versehen.

Die mittlere Etage, welche nach allen ihren Eigenschaften als das Aequivalent der anderwärts durch Anhydrit und Steinsalz charakterisirten Zwischenbildung (S. 760) zu betrachten ist, besteht theils aus Dolomit, theils aus sehr dolomitischen Kalksteinen, wie solches schon von Pusch, besonders aber durch zahlreiche Analysen von Karsten bewiesen worden ist. Alle diese dolomitischen Gesteine enthalten mehr oder weniger kohlensaures Eisenoxydul (meist 3 bis 11 p. C.), auch etwas kohlensaures Manganoxydul, und sind oft reich an Kieselerde. Sie erscheinen

---

*) Ueber die Zusammensetzung und Gliederung der Oberschlesich-Polnischen Muschelkalkformation gaben ausführliche Belehrung: v. Oeynhausen, in Versuch einer geogn. Beschr. von Oberschlesien, 1822, S. 203 ff., Karsten, in den Abhandl. der K. Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1830, S. 1 ff., Pusch, in Geogn. Beschreibung von Polen, 1833, S. 210 ff., v. Carnall, in Verhandl. der Niederrhein. Ges. für Natur- und Heilkunde, 1847, sowie Krug v. Nidda, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, 1850, S. 206 ff.

theils als gelbe, graue und weisse, theils als braune, mit viel Brauneisenerz gemengte, krystallinisch-körnige bis dichte, dabei porose, zellige, cavernose und drusige Gesteine, welche oft Knollen, Nieren oder Lagen eines flintähnlichen hellfarbigen Hornsteins umschliessen, und sich schon in ihrem äusseren Habitus als wohl charakterisirte Dolomite beurkunden. Nach unten und oben ist diese Etage sehr deutlich geschichtet, während sie in ihrem mittleren Theile keine Schichtung, sondern nur eine vielfache und ganz regellose Zerklüftung zeigt. Die untersten Schichten sind durch Kohlenstoff schwärzlichgrau gefärbt und wechseln mit gleichfarbigen, bituminösen und kohligen Lettenschichten, welche reich an Eisenkies sind, daher Vitriol-Letten genannt werden, und bisweilen schwache Kohlenschmitzen führen. Die obersten Schichten haben gewöhnlich eine mergelige Beschaffenheit.

Dieser Dolomit ist in Oberschlesien den ganz flachen Mulden des Sohlgesteins dergestalt eingelagert, dass er von den Rändern derselben gegen die Mitte hin allmälig aufsteigt, und folglich über den Muldenlinien seine grösste Höhe und Mächtigkeit erreicht, welche letztere zwischen Beuthen und Scharley bis 386 Fuss beträgt.

Die obere Etage endlich, oder der Opatowitzer Kalkstein, hat die geringste Verbreitung und Mächtigkeit. Man kennt sie besonders in der Gegend von Tarnowitz, wo sie wie eine Decke über dem Dolomitplateau ausgebreitet ist, nach unten in die mergeligen Dolomite übergeht, wesentlich aus hellfarbigem, dünnschichtigem Kalkstein und Mergel besteht, und durch zahlreiche Knollen und Lagen von flintähnlichem Hornstein, so wie durch gewisse, ihr eigenthümliche Fossilien ausgezeichnet ist. Auch bei Mikultschütz und an anderen Orten ist diese Etage mit ähnlichen Eigenschaften bekannt.

Fossilien sind im Sohlgesteine ziemlich häufig, besonders aber im Opatowitzer Kalksteine ausserordentlich angehäuft, während sie in der mittleren Etage des Dolomites zu den Seltenheiten gehören. In der Hauptsache stimmen sie mit denen des Muschelkalkes anderer Gegenden Teutschlands vollkommen überein; doch erscheinen zumal im Opatowitzer Kalksteine neben manchen eigenthümlichen auch andere Formen, welche bis jetzt nur in einer bestimmten Etage der Alpinischen Trias nachgewiesen worden sind, so dass der Oberschlesische Muschelkalk ein besonderes Interesse gewinnt, weil er in paläontologischer Hinsicht als ein Verbindungsglied zwischen der nordteutschen und der Alpinischen Trias erscheint.

Zu diesen Formen der Alpinischen Trias gehören z. B. *Dadocrinus gracilis*, *Montlivaltia capitata*, Asträen, die zweikantigen Cidaritenstacheln, *Rhynchonella decurtata*, *Retzia trigonella*, *Terebratula Mentzelii*, *Spirifer fragilis*, *Avicula tenuistriata* u. a. Beyrich, in Zeitschrift der deutschen geol. Ges. II, 255. Eine ausführliche Schilderung der Fauna des Oberschlesischen Muschelkalkes gaben H. v. Meyer und *Dunker* im ersten Bande der Paläontographica S. 216 ff. und S. 283 ff.

Die Erzführung des Oberschlesich-Polnischen Muschelkalkes bildet eine wie in technischer so in geologischer Hinsicht äusserst wichtige Erscheinung. Es sind besonders dreierlei Erze, nämlich Bleiglanz, Brauneisenerz und Galmei, welche mehr oder weniger gesondert vorkommen, und in der ganzen Art und Weise ihres Auftretens die entschiedenen Beweise liefern, dass sie erst nach der Ablagerung des Dolomites, auf hydrochemischem Wege durch Mineralquellen gebildet worden sein müssen, wie solches von

v. Carnall ausgesprochen und später von Krug v. Nidda sehr schön dargethan worden ist*).

Im Allgemeinen giebt sich eine sehr nahe Beziehung dieser Erzlagerstätten zu dem Dolomite zu erkennen, wogegen das Sohlgestein für dieselben ein wahres Todtliegendes ist. Der Bleiglanz pflegt mehre Fuss über dem Sohlgestein, in einer der untersten Dolomitschichten vorzukommen, innerhalb welcher er eingesprengt, in Trümern, und, vorzüglich nahe an der obern Schichtungsfläche, lagenartig auftritt. Der Galmei, welcher als weisser und rother (sehr eisenschüssiger) Galmei unterschieden wird, findet sich auch auf zweierlei Art; der weisse Galmei nämlich erscheint meist unmittelbar auf der Oberfläche des Sohlgesteins, innerhalb eines mergeligen Lettenlagers von gewöhnlich 2 bis 3 Fuss, bisweilen aber 1 bis 2 Lachter Mächtigkeit, welches er in oolithischen Körnern, in Concretionen und Secretionen von der verschiedensten Form und Grösse, in Platten, Trümern und Adern erfüllt, welche letztere oft in den aufliegenden Dolomit hinaufreichen. Der rothe, oft mit Braunstein vergesellschaftete Galmei bildet theils innerhalb, theils an der Gränze des Dolomites regellose stock- und klotzartige Massen, welche allmälig in den Dolomit übergehen. Der meist ockerige Brauneisenstein erscheint in 1 bis 5 Lachter mächtigen Ablagerungen theils innerhalb des Dolomites, theils auf der Gränze desselben.

Die schon von v. Oeynhausen geltend gemachte Ansicht, dass diese dreierlei Erze nur einer Erzformation angehören, und die von v. Carnall aufgestellte Hypothese, dass ihre Bildung durch ehemalige, an Blei-, Zink- und Eisensalzen reiche Mineralquellen vermittelt worden sei, welche auflösend, zersetzend und umbildend auf den Dolomit einwirkten, sind später durch die äusserst interessanten Beobachtungen und Folgerungen Krug v. Nidda's bis zur völligen Evidenz bewiesen worden. Besonders wichtig ist der Nachweis von spalten- und röhrenförmigen Schlünden im Sohlgesteine, welche mit den Erzablagerungen in unverkennbarem Zusammenhange stehen, und sich deutlich als die ehemaligen Quellen-Canäle zu erkennen geben. Durch den Bergbau sind viele solcher alten Quellenschlünde aufgefunden worden, deren Wände mit denselben Erzen bedeckt sind, welche sich oben auf der Oberfläche des Sohlgesteins ausbreiten. Auch müssen sämmtliche Erze als gleichzeitige Gebilde betrachtet werden, welche sich nach ihrer Beschaffenheit und unter dem Einflusse des Nebengesteins räumlich getrennt haben. Diese Trennung ist jedoch so unvollständig geblieben, dass es kein Eisenerz aus diesen Lagerstätten giebt, welches nicht mehr oder weniger Zink und Blei, und keinen Galmei, der nicht wiederum Eisen und Blei enthielte. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. II, S. 220 ff. Auch G. Bischof widmet diesen merkwürdigen Erzbildungen eine ausführliche Betrachtung, in seinem Lehrb. der chemischen Geologie, II, 1190 ff. Er hält es für unzweifelhaft, dass die Erze jünger sind, als der Dolomit, und dass folglich die Dolomitisirung des Kalksteins ein früherer, die Einführung der Erze dagegen ein späterer Act war; *ibidem* 1195.

---

*) Für die sehr ähnlichen, im Muschelkalke bei Wiesloch in Baden vorkommenden Galmei-Lagerstätten sind ganz analoge Verhältnisse nachgewiesen, und daher auch in Betreff ihrer Bildung ganz dieselben Folgerungen geltend gemacht worden. Walchner, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. III, 359, und v. Carnall, ebendaselbst, V, 5; Holzmann, im Neuen Jahrb. für Min. Geogn. u. s. w. 1852, S. 907; Clauss, im 26. Jahresberichte des Mannheimer Vereins für Naturkunde, 1860, wo eine sehr genaue Beschreibung der Lagerstätte gegeben und die Ansicht ausgesprochen wird, dass das Material der Erze aus dem Nebengesteine ausgelaugt worden sei.

§. 401. *Trias in den Alpen.*

Seitdem durch Maraschini im Jahre 1822 das Vorhandensein des Muschelkalkes im Vicentinischen und in Tyrol nachgewiesen worden war, haben sich Keferstein, Pasini, Catullo, Studer, Boué, Leopold v. Buch, Graf zu Münster, Wissmann, v. Klipstein, Emmrich, Fuchs, v. Hauer, Merian, Escher, v. Schauroth, Curioni, v. Richthofen u. A. grosse Verdienste um die Kenntniss der alpinischen Trias erworben. Aus ihren Arbeiten geht hervor, dass, bei allen petrographischen und paläontologischen Verschiedenheiten, doch im Allgemeinen auch dort eine dreifache Gliederung geltend gemacht werden könnte, indem sich der recht wohl charakterisirte Buntsandstein, der eben so deutlich bezeichnete, obgleich petrographisch meist abweichende Muschelkalk, und endlich eine dritte Bildung unterscheiden lässt, welche allerdings in paläontologischer Hinsicht ganz eigenthümlich charakterisirt ist. Zu dieser merkwürdigen Bildung gehören die, zuerst von Boué nachgewiesenen und durch ihren grossen Reichthum an Petrefacten berühmt gewordenen Kalksteine und Mergel von St. Cassian und Buchenstein in Tyrol, die von Fuchs geschilderten Trapptuffe der Venetianer Alpen, der bekannte farbenspielende Muschelmarmor von Bleiberg in Kärnthen, und jene räthselhaften, an Ammoniten und Orthoceren reichen Kalksteine, welche auf der Nordseite der Alpen, zumal in der Nähe der dortigen Steinsalzablagerungen auftreten.

Obgleich nun einerseits das Wiederauftreten von Orthoceren, und anderseits die gleichsam vorzeitige Erscheinung zahlreicher Ammoniten (besonders aus der Familie der Globosen) als ein paar sehr auffallende Anomalien dieser oberen Bildung zu betrachten sind, so dürfte sie doch als das Aequivalent, oder auch als eine eigenthümliche pelagische Facies der Keuperformation zu deuten sein, welche Deutung ihr schon früher von Elie de Beaumont ertheilt worden war, neuerdings aber durch die trefflichen Arbeiten der österreichischen, baierschen und schweizer Geologen zur Gewissheit erhoben worden ist.

Wenn sich also auch in den Alpen die Aequivalente aller drei triasischen Formationen nachweisen lassen, so erachten es doch F. v. Hauer und v. Richthofen aus paläontologischen Gründen für zweckmässiger, die alpinische Trias nur in zwei grosse Abtheilungen, nämlich in die untere und die obere Trias zu zerfällen. Beide haben nicht eine einzige fossile Species mit einander gemein, und sind daher paläontologisch scharf getrennt, während innerhalb jeder derselben gewisse Fossilien in allen Niveaus vorkommen. Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht dieser Gliederung, in welcher jedoch nur die Hauptglieder aufgezählt sind.

I. Untere alp. Trias	1. Werfener Schichten	= Buntsandstein.
	2. Guttensteiner Kalk	= Muschelkalk.
II. Obere alp. Trias	3. Virgloria-Kalk	= Muschelkalk.
	4. St. Cassianer Bildung	= Keuper.
	5. Hallstätter Kalk	= Keuper.
	6. Raibler Schichten	= Keuper.

Will man die Kössener Schichten noch zur Trias rechnen, so würden sie, nebst gewissen unter und über ihnen liegenden Kalksteinen, in dieses Schema mit aufzunehmen sein.

I. Untere alpinische Trias*).

Die durch ihre eingelagerten Gyps- und Salzstöcke so wichtigen Sandsteine der unteren Trias und die ihnen aufgelagerten Guttensteiner Kalke spielen in den östlichen Alpen, von Oberösterreich durch Salzburg bis nach Tyrol, eine überaus bedeutsame Rolle. Sie erscheinen aber auch auf der Südseite der Centralkette der Alpen, und obgleich sie auf beiden Seiten zum Theil eine etwas verschiedene Ausbildung zeigen, so lassen sie doch so viele Uebereinstimmungen erkennen, dass man sie als gleichzeitige Producte vereinigen muss.

1. Werfener Schichten. Sie wurden zuerst durch Lill v. Lilienbach nach Werfen in Salzburg, wo sie ihre grösste Entwickelung erlangen, unter dem Namen Schiefer von Werfen eingeführt. Es sind schieferige, meist roth und grün gefärbte Sandsteine, welche in ihrem Habitus den Gesteinen der Buntsandstein-Formation oft ganz ähnlich werden, und an vielen Punkten mächtige Einlagerungen von Gyps, Salzthon und Steinsalz beherbergen, so dass die alpinischen Steinsalzgebilde dieser Etage angehören.

Von organischen Ueberresten sind besonders zu erwähnen:

Myacites Fassaensis Wissm.
Posidonomya Clarai Buch
Myophoria sp.
Avicula Venetiana Hau.
Naticella costata Münst.
Turbo rectecostatus Hau.
Ammonites Cassianus Quenst.

In den nördlichen Alpen bilden diese Schichten, von Neukirchen über Lietzen und Werfen bis nach Hall in Tyrol, einen nur wenig unterbrochenen Zug; sie treten aber auch weiter nach Norden in mehren kleineren Nebenzügen auf, welche, mitten im Gebiete des Alpenkalksteins, durch Aufbruchsspalten zu Tage gebracht worden sind.

Die in den lombardischen Gebirgen unter dem Namen Servino bekannten glimmerreichen Schiefer, welche zugleich mit Sandsteinen und Conglomeraten bis an den Comer See eine wichtige Zone bilden, sind nach v. Hauer als das vollkommene Aequivalent der Werfener Schichten zu betrachten. Die Sandsteine des Val Sassina enthalten nach Escher *Aethophyllum speciosum* und *Voltzia heterophylla*, also ein paar charakteristische Pflanzen des Buntsandsteins; im Val Trompia und anderwärts sind auch mehre der vorgenannten Conchylien gefunden worden**).

Im südlichen Tyrol erscheint die Bildung nach unten als rother, feldspathreicher Sandstein ohne organische Ueberreste (Grödener Sandstein), über welchem

---

*) Wir entlehnen das Folgende aus den neuesten Mittheilungen F. v. Hauers, v. Richthofens und Gümbels; ganz besonders benutzt wurden: v. Hauer, Ueber die Gliederung der Triasgebilde u. s. w. in den nordöstlichen Alpen, Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, IV, 1853, 715 ff. und Erläuterungen zu einer geol. Uebersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardei, *ibidem*, *IX*, 1858, 445 ff.; v. Richthofen, die Kalkalpen von Voralberg und Nord-Tyrol, *ibidem*, *X*, 1859, 72 ff. und dessen Meisterwerk: Geognostische Beschr. der Umgegend von Predazzo u. s. w. 1860, 40 ff.; Gümbel, die geogn. Verhältnisse der baierschen Alpen u. s. w., in Bavaria, I, 1858, 1 ff.

**) Pettko fand in dem sogenannten Grauwackenschiefer bei Schemnitz *Myacites Fassaensis* und *Naticella costata*; also existirt diese Bildung auch in den Karpathen.

fossilreiche, graue sandige Mergel und dünnschichtige Kalksteine mit glimmerreiche und welligen Schichtenflächen folgen, die besonders reich an *Posidonomya Clar* und *Myacites Fassaensis* sind; (Schichten von Seiss).

Ueber die Salzstöcke der Werfener Schichten gab Lipold folgende Mittheilungen. Ihre Hauptmasse ist ein dunkelgrauer oder blauer Thon, welcher an der Lu zerbröckelt; ein Gemeng von diesem Thone mit Gyps und Kochsalz bildet das so genannte Haselgebirge, in welchem bald der Thon, bald die beiden Salze vorherrschen; bisweilen tritt der Thon gänzlich zurück, und dann erscheinen mehr oder weniger grosse Stöcke von reinem Gyps oder Steinsalz. Beide Salze sind meist körnig, selten faserig, oder in grossen individualisirten Partieen ausgebildet; auc kommen Krystalloide von Gyps nach Steinsalz vor; die Farbe des Salzes ist meis weiss, grau, lichtgelb oder lichtroth, selten blau oder grün. Als Accessorien finde sich Bittersalz, Glaubersalz, Anhydrit, Polyhalit und Kalksteinstücke, auch klein Stücke eines rothen oder weissen Sandsteins. An der Gebirgsoberfläche ist de Salzthon ausgelaugt, weshalb denn salzfreier Thon und Thongyps die Salzablagerungen zu umhüllen pflegt; auch ist er durch den Druck der umgebenden Kalksteine an seinen Gränzen meist zu glänzenden, mit Rutsch- und Quetschflächen erfüllten Schiefern comprimirt worden. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, V, 603 f Wo die Steinsalzgebilde stockförmig zwischen den jüngeren Kalksteinen auftreten da befinden sie sich nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage, sondern sind durch den Druck der aufliegenden Kalksteinmassen in ihren jetzigen Ablagerungsraum hineingepresst und in ihrer Schichtenstellung gestört worden.

2. Guttensteiner Kalk. Mit diesem Namen belegte F. v. Hauer ein Schichtensystem von schwarzen und dunkelgrauen, durch Kalkspath weiss geaderten, dünnschichtigen Kalksteinen, z. Th. auch von gelben Rauchwacken und Dolomiten, welches bei Guttenstein, nördlich vom Schneeberge, ansteht. Dasselbe Schichtensystem ist aber in den Nordalpen bis nach Tyrol verfolgt worden; dabei erkannte man, dass es sich oft nach unten durch Wechsellagerung mit den Werfener Schiefern verbunden zeigt, welche zuweilen recht weit hinaufreichen. Da nun auch die, allerdings sehr sparsamen Fossilien (z. B. *Naticella costata, Ammonites Cassianus*) mit denen der Werfener Schichten übereinstimmen, so war die Folgerung vollkommen gerechtfertigt, dass dieser Kalkstein dem Muschelkalke zu vergleichen sei*).

Der Guttensteiner Kalk begleitet in den nördlichen Alpen den Hauptzug der Werfener Schichten als eine meist nicht sehr mächtige Zone; in den nördlichen Nebenzügen erlangt er aber oft eine bedeutendere Verbreitung. In Nord-Tyrol sind nach v. Richthofen die Kalksteine und Dolomite von den Werfener Schichten scharf getrennt, so dass beide dort nirgends jene Wechsellagerung zeigen, welche weiter östlich so häufig zu beobachten ist; ihre Mächtigkeit steigt oft weit über 1000 Fuss

In den baierschen Alpen sind sie nach Gümbel gleichfalls sehr verbreitet; die tiefsten, unmittelbar dem Sandsteine aufliegenden Schichten sind mehr von mergeliger Natur, wechseln mit grauem Schieferthon, und enthalten *Encrinus liliiformis, Gervillia socialis, Myophoria vulgaris* und *Terebratula vulgaris*. Weiter aufwärts ist

---

*) Neuerdings hat jedoch v. Richthofen gezeigt, dass die obere und sehr verbreitete Etage der schwarzen Guttensteiner Kalke, wie bereits von Kudernatsch (Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, III, 65 f.) angedeutet worden, von der unteren Etage getrennt werden müsse; er führt sie unter dem Namen Virgloriakalk als die erste Etage der oberen alpinischen Trias ein.

es aber dasselbe schwarze, von weissen Kalkspathadern durchschnürte Gestein. Bavaria, I, 1858, S. 19.

In Süd-Tyrol tritt die Etage nach v. Richthofen mit einem etwas anderen Charakter auf, indem sie eine Wechsellagerung von mergeligen rothen Sandsteinen und dünnschichtigen Kalksteinen darstellt, in welchen *Ceratites Cassianus*, *Naticella costata*, *Turbo rectecostatus*, *Posidonomya aurita*, *Myacites Fassaensis*, *Pecten discites*, *Lima striata* und viele andere für den teutschen Muschelkalk charakteristische Fossilien vorkommen. Nach einer ausgezeichneten Localität führt daher v. Richthofen die dortige Bildung unter dem Namen der Campiler Schichten ein. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, X, S. 82.

Am Fusse der Venetianer Alpen, in der Gegend von Recoaro, erscheinen der Buntsandstein und der Muschelkalk fast mit denselben Eigenschaften, wie in Mittelteutschland; auch zeigt der letztere einen grossen Reichthum an organischen Ueberresten, unter denen sich viele Species des teutschen Muschelkalkes befinden*).

Nach v. Hauer folgen in den lombardischen Alpen über dem Servino Kalksteine und Dolomite, welche sehr oft, zumal östlich vom Comer See, den petrographischen Charakter der Guttensteiner Schichten an sich tragen. Stielglieder von *Encrinus liliiformis* sind in diesen Gesteinen mehrorts gefunden worden. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, IX, 463 f. Auch Curioni gab in einer Abhandlung, welche in den *Memorie dell' istituto Lombardo, vol. V*, 1856, *p.* 311 erschien, besonders aber in einem Nachtrage zu dieser Abhandlung (*ibidem vol. VII*, 1858, *p.* 121 ff.) eine sehr gute Darstellung der dortigen Trias, mit vielen paläontologischen Nachweisen, in Betreff welcher letzteren aber besonders das gründliche und fleissige Werk von Stoppani, *Paléontologie Lombarde*, als die wichtigste Quelle zu betrachten sein dürfte.

Obere alpinische Trias.

Die oberen Etagen der alpinischen Trias entsprechen zwar ihrer Lagerungsfolge nach grossentheils dem Keuper, unterscheiden sich aber von ihm sehr auffallend durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, indem sie wesentlich aus Kalkstein, Dolomit und Kalkmergel bestehen, und oft einen grossen Reichthum von Fossilien enthalten.

3. Virgloriakalk. Diese Etage, welche man anfangs mit dem Guttensteiner Kalke vereinigt hatte, ist von v. Richthofen als ein selbständiges Glied eingeführt worden**). Sie besteht aus theils dick- theils dünnschichtigen, schwarzen, sehr harten und kieselreichen Kalksteinen, mit wulstigen und knorrigen Schichtenflächen, deren Protuberanzen bisweilen so auffallend werden, dass sie eine förmliche Verzahnung der Schichten hervorbringen. Ein grünlich- bis schwärzlichgrauer fettglänzender Thon überzieht die Schichten, welche sehr häufig Knollen und Lagen von Hornstein enthalten.

Es giebt in den Alpen wenige Gesteine von so beständiger petrographischer Beschaffenheit und von so sicherer Erkennbarkeit, wie dieser Kalkstein, welcher,

---

*) Man vergleiche v. Schauroth's treffliche Abhandlungen über die geogn. Verhältnisse der Gegend von Recoaro, und über die Versteinerungen der Trias im Vicentinischen, welche in den Sitzungsberichten der Kais. Ak. der Wiss. zu Wien, B. 17, 1855, S. 481 ff. und B. 34, 1859, S. 283 ff. erschienen sind.

**) Den Namen entlehnte er vom Virgloriapasse im Rhätikon, einem ausgezeichneten Fundorte derselben. Man könnte sie auch noch füglich bei der unteren Trias belassen, weil sie meist mit dem Guttensteiner Kalke verbunden zu sein scheint, und weil beide gemeinschaftlich den ganzen Muschelkalk repräsentiren.

vermöge der leichten Ablösbarkeit seiner Schichten in grossen Platten gebroche werden kann, und daher eine vielfache Verwendung findet. Bei Bludenz, wo di Schichten vertical stehen, lassen sich Platten von mehr als 10,000 Quadratfus Oberfläche ablösen. Werden die Schichten dünner, so lösen sie sich in laute Wülste auf.

Obgleich dieser Kalkstein nur selten über 100 Fuss mächtig wird, so scheint e doch in den nördlichen Alpen sehr verbreitet zu sein, und von dem Wiener Becke bis zu dem Rheinthale fortzustreichen. Auch in den südlichen Alpen ist seine Ver breitung eine sehr allgemeine. Er ist das Aequivalent des Opatowitzer Kalksteins und liegt theils auf dem Guttensteiner Kalke, theils auch unmittelbar auf den Wer fener Schichten. Seine wichtigsten organischen Ueberreste sind:

Dadocrinus gracilis Mey.	*Terebratula vulgaris* Schl.
Encrinus liliiformis Schl.	*Spiriferina Mentzelii* Dunk.
Retzia trigonella Schl.	*Rhynchonella decurtata* Gir.
Waldheimia angusta Schl.	*Ammonites dux* Gieb.

und einige Ammoniten aus der Familie der Globosen.

Im südlichen Tyrol schneidet er sehr scharf gegen die Campiler Schichten ab als ein bituminöser, schwarzer und brauner, oft plattenförmiger Kalkstein, der kaum über 60 Fuss mächtig und arm an Fossilien ist; doch wird er auch dort durch *Retzia trigonella, Spiriferina Mentzelii, Spirifer fragilis* und *Terebratula vulgaris* als der Vertreter des Opatowitzer Kalksteins charakterisirt. Ueber ihm folgt dort der Mendola-Dolomit, nach dem Mendolaberge bei Kaltern benannt; ein weisser krystallinischer, drusiger und durchaus ungeschichteter Dolomit, der zwar gewöhnlich fossilfrei ist, dennoch aber mehrorts Säulenstücke eines eigenthümlichen Enkriniten, oder kleine zierliche globose Ammoniten enthält; auch *Chemnitzia Escheri* Hörn. und *Turbo depressus* Hörn. werden erwähnt.

4. St. Cassianbildung. Diese theils mergeligen und kalkigen, theils sandigen und thonigen, in Süd-Tyrol vorwaltend tuffartigen Schichten, welche man zuerst bei St. Cassian und Buchenstein kennen lernte, spielen in den Alpen eine nicht unwichtige Rolle, weil sie und ihre Aequivalente (die Partnachschichten und ein Theil des Hallstätter Kalkes) in bedeutender Verbreitung auftreten, und weil sie oft sehr reich an Fossilien sind. Diess ist namentlich der Fall in der Gegend von St. Cassian, welche den paläontologischen Forschungen sehr vieles Material geliefert hat.

Durch die musterhaften Untersuchungen v. Richthofens ist erst die genauere Reihenfolge und Gliederung der früher unter dem Namen St. Cassianbildung zusammengefassten Schichten ermittelt worden. Auf der Seisser Alp und von da bis nach St. Cassian finden sich nämlich auf verhältnissmässig beschränktem Raume, und unter Verhältnissen, welche einen durch gewaltsame Ereignisse herbeigeführten Wendepunkt in der Entwickelung der ganzen Trias bezeichnen, zunächst über dem Mendola-Dolomite die mächtigen Ablagerungen von Augitporphyr-Tuffen mit denen sie begleitenden Kalksteinen, welche ganz vorzüglich durch *Halobia Lommelii* und *Ammonites Aon* charakterisirt sind, und auch die eigentlichen St. Cassianschichten in sich begreifen.

Obgleich nun die Uebergänge und Wechsellagerungen die Durchführung einer bestimmten Gliederung erschweren, so lassen sich doch nach v. Richthofen folgende Hauptglieder unterscheiden.

a. Buchensteiner Kalk, nach Schloss Buchenstein benannt; schwarze,

unreine, dünnschichtige Kalksteine von muscheligem Bruche. mit *Posidonomya Wengensis* und sparsamen Exemplaren von *Halobia Lommelii*; darüber graue Kalksteine, abwechselnd mit und ohne Knollen von Hornstein oder Flint; zuletzt knolliger Wellenkalk; 80 bis 120 Fuss mächtig; von Fossilien nur globose Ammoniten, durch Flint petrificirt.

b. Wenger Schichten, nach Wengen von Wissmann benannt; dunkelbraune und schwarze, dünnplattige fast schieferige, theils harte und kieselige, theils weiche, bisweilen auch kalkreiche Tuffe; 200 bis 300 F. mächtig; sehr reich an *Halobia Lommelii*, *Posidonomya Wengensis Wissm.*, *Avicula globulus Wissm.* und *Ammonites Aon Münst.*

Nun folgt eine bis 2000 Fuss mächtige Ablagerung von Tuffen, welcher die beiden unter c und d aufgeführten Glieder beziehendlich nach unten und nach oben eingeschaltet sind.

c. Kalkstein von Cipit, nach der Sennhütte Cipit an der Seisser Alpe benannt; braun, dicht oder stellenweise krystallinisch, bituminös, äusserst zäh, cavernos, die Wände der Höhlungen mit Skalenoëdern von Kalkspath bedeckt, reich an Cölestin; 50 bis 100 Fuss mächtig; von organischen Ueberresten viele Korallen und Brachiopoden, auch *Encrinus liliiformis.*

d. St. Cassianschichten; graue, mergelige Kalksteine mit zahlreichen Petrefacten; auf der Seisser Alpe sind es die Tuffschichten selbst, welche die Fossilien enthalten. Obgleich schon Graf Münster und Wissmann über 400 Species nachgewiesen hatten, zu denen später v. Klipstein noch mehr als 300 neue fügte*), so sind es doch verhältnissmässig nur wenige Species, die in grosser Anzahl der Individuen auftreten. Nach v. Klipstein kommt der grösste Theil aller bekannten Species höchst selten vor; überhaupt aber erscheinen vorwaltend und fast bis zum Verdrängen aller übrigen Formen die folgenden Species:

Cnemidium variabile Münst.	*Koninckina Leonhardi* Münst.
. . . . . *astroites* Münst.	*Nucula lineata* Goldf.
Montlivaltia capitata Münst.	. . . . *strigilata* Goldf.
Pentacrinus laevigatus Münst.	*Cardita crenata* Goldf.
Encrinus varians Münst.	*Pleurotomaria radians* Wissm.
Cidaris dorsata Bronn	*Goniatites Eryx* Münst.
. . . . *alata* Ag.	. . . . . *nautilinus* Münst.
Terebratula sufflata Goldf.	*Ammonites Aon* Münst.

Schwarze, an der Oberfläche rostbraune, sehr zähe, bisweilen oolithisch verwitternde Mergelkalke, zwar ohne die begleitenden Tuffe aber wesentlich mit derselben Fauna wie bei St. Cassian, sind durch Foetterle und Wolf weiter südlich in Tyrol, durch Escher, Merian, v. Hauer, Curioni u. A. in den lombardischen, durch Fuchs, Stur und Foetterle in den venetianer Alpen nachgewiesen worden; Lipold, Peters, Stur und Stache verfolgten sie durch Kärnthen und Krain, Rolle in Steiermark. Die St. Cassianbildung ist also in den Südalpen sehr verbreitet.

In den Nordalpen ist eine ähnliche Fauna in einem Theile der Hallstätter Kalke nachgewiesen worden; jedoch nur die Cephalopoden-Facies, nicht der tiefere Complex der Halobiaschichten, welcher dort einen anderen Repräsentanten gefunden hat. Im nördlichen Tyrol sowie in den baierschen Alpen werden nämlich diese un-

*) Dass diese von Münster und Klipstein aufgestellten Species sehr bedeutende Reductionen erfahren müssen, diess wurde bereits von Morlot (Erläut. zur geol. Uebers. Karte der NO. Alpen, 1847, S. 122) angedeutet, von Quenstedt (Die Cephalopoden, 1849, S. 237) noch mehr hervorgehoben, und von Köchlin-Schlumberger (*Bull. de la soc. géol. t.* 12, 1855, p. 1055 ff.) ausführlich dargethan. Der Letztere ist der Ansicht, dass nicht weniger als 10 unter verschiedenen Namen aufgeführte Ammoniten mit *Ammonites Aon* zu vereinigen sind.

teren Glieder der St. Cassianbildung durch die sogenannten **Partnachschichten** vertreten, welche zuerst von Escher entdeckt, dann von Gümbel in gross Verbreitung nachgewiesen und, nach der Partnach-Klamm bei Partenkirchen, b nannt worden sind. Vorherrschend sind es dunkelgraue Mergel und Mergelschiefe oder dünnschichtige oft hornsteinführende Kalksteine, welche nach unten n schwarzen Thonen und Schieferthonen wechseln, während weiter aufwärts gra lichgrüne Sandsteine die Oberhand gewinnen. In den baierschen Alpen ist d Mächtigkeit dieser Etage sehr wechselnd, doch nicht bedeutend; in Nord-Tyrol ste sie bis zu 300 und 400 Fuss. *Halobia Lommelii* und *Bactryllium Schmidii Heer* si die einzigen bekannten organischen Ueberreste.

5. **Hallstätter Kalk.** Dieses äusserst wichtige und sehr wohl charakte risirte Glied der alpinischen Trias erscheint überall als eine mächtige Kalkstein bildung, welche durch ihre Fossilien, und namentlich durch ihre schönen un fremdartigen Cephalopoden (Orthoceren und Ammoniten) ein ganz besondere Interesse gewinnt. Der Kalkstein ist dicht, von ausgezeichnet muscheliger Bruche, meist licht fleischroth oder bräunlichroth, aber auch weiss, gelb, vio lett, oft sehr buntfarbig, daher schön marmorartig gezeichnet, was durch di zahlreichen Versteinerungen erhöht wird, weshalb die prächtigsten Marmore de Alpen hierher gehören; er ist oft dolomitisch, zuweilen ein förmlicher Dolomit und in mächtigen, meist sehr undeutlichen Schichten abgelagert. Seine Mächtigkei beträgt oft 2000 bis 3000 Fuss, sinkt aber auch stellenweise bedeutend herab.

Als einige der wichtigsten und vorzüglich charakteristischen Fossilien sind etwa folgende zu nennen:

Dadocrinus gracilis Mey.	*Ammonites Metternichii* Hau.
Halobia Lommelii Wissm.	. . . . . *Gaytani* Klipst.
Monotis salinaria Bronn.	. . . . . *Johannis Austriae* Klipst.
. . . . *lineata* Münst.	. . . . . *floridus* Wulfen
Chemnitzia eximia Hörn.	. . . . . *neojurensis* Quenst.
. . . . . . *tumida* Hörn.	. . . . . *Jarbas* Münst.
. . . . . . *Rosthorni* Hörn.	. . . . . *subumbilicatus* Bronn
Orthoceras alveolare Quenst.	. . . . . *tornatus* Bronn
. . . . . *dubium* Hau.	. . . . . *respondens* Quenst.
Ceratites modestus Buch	. . . . . *Aon* Münst.

Diese Versteinerungen kommen mitunter so reichlich vor, dass das Gestein gänzlich von ihnen erfüllt ist; *Monotis salinaria* bildet für sich allein oft ganze Schichten.

So ist der Charakter des Gesteins besonders in Oesterreich, im Salzburgischen und von dort bis nach Kufstein in Tyrol; weiter westlich aber, bei Innsbruck und in den baierschen Alpen von Berchtesgaden über die Zugspitze bis Hohenschwangau, da sind es meist weisse, krystallinisch feinkörnige bis dichte, mächtig geschichtete Kalksteine, welche nur hier und da durch röthliche oder gelbliche Lagen marmorähnlich werden, bisweilen aber eine oolithische Structur mit zum Theil nuss- bis faustgrossen Oolithkörnern entfalten. Nicht selten wird der Kalkstein durch Dolomit ersetzt. Blei- und Zinkerze kommen oftmals, besonders in den oberen dolomitischen Schichten vor.

Westlich von Imst und in Vorarlberg da erscheint über den Partnach-Schichten ein schwarzer poröser Kalkstein, begleitet von hellfarbigen schwammigen Dolomiten, in einer Mächtigkeit von 500 bis 600 Fuss, welchen von Richthofen unter dem Namen **Arlbergkalk** als ein Aequivalent des Hallstätter Kalkes betrachtet,

obgleich sich in ihm, ausser *Retzia trigonella*, nur viele unbestimmbare Bivalven und Gastropoden gefunden haben.

In Kärnthen gehört hierher der bekannte, buntfarbig schillernde Muschelmarmor von Bleiberg, welcher sich auch im Lavatschthale, bei Hall in Tyrol, mit ähnlichen Eigenschaften wieder findet; wogegen in den lombardischen Alpen der hellfarbige Esino-Kalkstein, und die ihn unterteufenden dunkelfarbigen dünnschichtigen Kalksteine als theilweise Vertreter des Hallstätter Kalkes erkannt worden sind.

Im südlichen Tyrol sind es theils die St. Cassianschichten, theils der Schlern-Dolomit, welche den Hallstätter Kalk repräsentiren. Dieser Dolomit ist ebenso weiss, krystallinisch und drusig, auch durchaus ungeschichtet, wie der Mendola-Dolomit; er liegt meist auf den Tuffen der St. Cassianbildung; wo sich aber diese auskeilen, wie bei dem Bade Ratzes, da bedeckt er unmittelbar den Mendola-Dolomit. Ausser unbestimmbaren globosen Ammoniten kennt man in ihm keine Fossilien. Seine Mächtigkeit beträgt zwar am Schlern über 3000, am Langkofl bis 4000 F.; sie sinkt aber schon ½ Stunde nördlich vom Schlern auf null herab, während sie anderwärts nur einige Fuss erreicht, ist also sehr wechselnd innerhalb kurzer Distanzen.

6. Raibler Schichten. Diese Etage, welche nach Raibl in Kärnthen benannt ist, wo ihre Verhältnisse zuerst von Boué erforscht worden waren, beginnt daselbst mit dunkelgrauen, bituminösen dünnblätterigen Schiefern, über welchen dann meist bräunlich gefärbte Mergelkalke und Mergelschiefer mit zahlreichen Fossilien folgen.

Von Raibl aus westlich hat Foetterle diese Schichten durch einen Theil der venetianer Alpen verfolgt, während Peters ihre Fortsetzung nach Osten erkannte, wo sie meist aus Schiefer und Sandstein bestehen. Auch in der Lombardei, wo sie besonders durch F. v. Hauer, Escher und Curioni untersucht wurden, sind es meist lebhaft roth oder grün gefärbte Sandsteine und Mergel, welche von dunkelgrauen Schiefern und dergleichen Kalksteinen begleitet werden. Nach v. Richthofen zeigen die Raibler Schichten auch im nördlichen Tyrol und in Vorarlberg eine bedeutende Verbreitung; im Osten sind es meist gelblich braun verwitternde, oft grosskörnig oolithische Mergelkalke und dunkelbraune grobe Sandsteine; im Westen dagegen werden diese Gesteine fast nur durch Rauchwacke und Gyps vertreten. Dort beträgt auch die Mächtigkeit der ganzen Bildung mehre hundert Fuss, während solche nach Osten immer geringer wird. Am Schlern im südlichen Tyrol sind es ziegelroth gefärbte Dolomite und gleichfarbige kalkig-sandige Gesteine mit feinen Oolithkörnern und mit Bohnerz, welche bis 100 Fuss mächtig den Schlern-Dolomit bedecken.

Als die wichtigsten Fossilien dieser Etage sind zu nennen:

Corbula Rosthorni Boué.	*Nucula sulcellata* Wissm.
Cardinia problematica Klipst.	*Gervillia bipartita* Merian.
Cardita crenata Goldf.	*Corbis Mellingi* Hau.
Pachycardia rugosa Hau.	*Perna Bouei* Hau.
Myophoria Kefersteini Münst.	*Pecten filosus* Hau.
. . . . . . *Whatleyae* Buch.	*Ostrea montis Caprilis* Klipst.

Merkwürdig ist der fast gänzliche Mangel an Cephalopoden, Gastropoden und Brachiopoden, und das fast ausschliessliche Vorkommen von Conchiferen; Franz v. Hauer hat dieselben beschrieben und abgebildet, in Sitzungsber. der Kais. Ak. zu Wien, B. 24, 1857, S. 537 ff. In den Sandsteinen kommen Pflanzenreste, in den bituminösen Schiefern aber nicht nur Pflanzen (besonders *Voltzia heterophylla, Taeniopteris marantacea, Pterophyllum minus*) sondern auch ganz eigenthümliche Fische und Krebse vor, über welche Bronn im Neuen Jahrb. für Min. 1858, S. 1 ff. und 129 ff. ausführlich berichtete, während ein paar andere Krebse von Reuss, in v. Hauers

Beiträgen zur Paläontologie beschrieben worden sind. — Mit den Raibler Schicht beschliessen die österreichischen Geologen die alpinische Trias.

Anm. Favre hat gezeigt, dass auch die meisten Rauchwacken und Gypse d Savoyer Alpen der Trias angehören. Die Rauchwacke (*Cargneule*) ist ein zellig etwas dolomitischer Kalkstein, dessen Zellen mit Dolomitpulver erfüllt sind; sie wi stets von Gyps begleitet, und beide bilden nicht etwa blos Stöcke, sondern La von 25 bis 30 lieues Erstreckung. Der Gyps ist durch Umbildung aus Anhydrit en standen. Obgleich nun diese Gesteine nirgends eine Spur von Fossilien enthalte so konnte Favre doch aus ihren Lagerungs-Verhältnissen den Beweis liefern, da sie der Trias entsprechen müssen. Ausser ihnen erscheinen noch rothe und grü Schieferthone, ein röthlicher, kieseliger Sandstein, und bisweilen auch Dachschi fer, sowie stellenweise ganz nach oben ein mergeliger rother Kalkstein. Die Reihe folge von unten nach oben ist: Sandstein, Dachschiefer, Rauchwacke und Gyps. Ein der wichtigsten Ausstriche dieses Schichtensystems liegt im Wallis im Thale d'Illier er lässt sich vom rechten Ufer des Rhône einerseits bis an den Thuner See, ande seits bis nach Châtillon im Faucigny verfolgen; in diese Zone gehört das Steinsa von Bex und die Soolquelle von Morgins; ebenso liegen die Salzquellen von Lave Saxon, Moutiers und Arbonne in ihrem Verlaufe. *Mém. de la soc. de physique d'hist. nat. de Genève*, *t. XV*, 1859. p. 103 ff. und *Archives des sc. phys. et na t. IV*, 1859. p. 327 ff. Hébert erklärte sich völlig einverstanden mit diesen An sichten von Favre, im *Bull. de la soc. géol. t.* 16, 1859, *p.* 611.

In diesem Zuge der schweizer Trias ist besonders die Steinsalz-Ablagerung vo Bex im Canton Waadt von grossem Interesse. Dort ist der Trias Anhydrit einge schaltet; auch finden sich Gypsmassen und Schwefel; das Steinsalz aber tritt in nerhalb des Anhydrites unter so merkwürdigen Verhältnissen auf, dass man sei Vorkommen fast ein gangartiges nennen möchte. Denken Sie sich, sagte Charpen tier in einem Schreiben an Leopold v. Buch, eine im Anhydrite, den ziemlich senk rechten Schichten parallel entstandene Spalte von 30 bis 40 F. Breite, und dieselbe wieder mit Bruchstücken von Anhydrit, dichtem Kieselkalk und vielem Anhydrit-Sand und Staub ausgefüllt, und alles Dieses durch Steinsalz zu einer festen, nur mit Pulver zu sprengenden Masse zusammengekittet, so haben Sie eine ganz richtige Idee vom Zustande dieser Salzsteinschicht, oder richtiger dieses Salzsteinganges. und höchst wahrscheinlich auch von seiner Entstehung. Er enthält übrigens durchaus keine Drusen oder leeren Räume, und das Salz ist oft von einer, mir bis jetzt nirgends vorgekommenen Reinheit und Durchsichtigkeit. Poggend. Ann. B. III 1825, S. 77. Das Steinsalz bildet den vierten bis dritten Theil des Salzsteins, dessen Lagerstätte bereits auf bedeutende Länge aufgeschlossen ist. Man vergleiche auch über dieses Vorkommen G. Bischof, Lehrb. der chem. Geologie, II, 1667 f.

§. 401a. *Gränzbildung zwischen Trias und Lias in den Alpen.*

Wie im südwestlichen und mittleren Teutschland, in England und Frankreich auf der Gränze des Keupers und des Lias die Bonebedgruppe auftritt, so stellen sich auch in den Alpen auf derselben Gränze gewisse Gesteins-Ablagerungen ein, welche freilich an summarischer Mächtigkeit jene Gruppe weit übertreffen, während doch eine dieser Ablagerungen mit Sicherheit als das Aequivalent derselben erkannt worden ist. Es sind diess die Kössener Schichten, und die in ihrer Begleitung auftretenden sogenannten Dachsteinkalke. Dass diese Kalksteine bisweilen sowohl unter als über den Kössener Schichten liegen, diess ist ein sehr wichtiges Moment für die Beurtheilung der Formations-Stel-

ung nicht nur ihrer selbst, sondern auch der Bonebedgruppe. Können nämlich lie Einlagerungen des Dachsteinkalkes mit zureichenden Gründen der Liasforation zugerechnet werden, so lässt sich auch der Bonebedgruppe keine andere tellung anweisen.

Die österreichischen Geologen haben sich für diese Auffassung entschieden; wogegen die Geologen der Schweiz, Schwabens und Baierns grossentheils der Ansicht sind, dass sowohl der Dachsteinkalk als auch die Kössener Schichten noch der Trias zugerechnet werden müssen. Bei dieser Verschiedenheit der Ansichten erschien es uns gerathen, diese alpinischen Aequivalente der Bonebedgruppe einstweilen noch als Gränzbildungen zwischen denjenigen alpinischen Schichtensystemen einzuführen, über deren Deutung alle Geologen völlig übereinstimmen, dass solche nämlich einerseits der Trias, und anderseits dem Lias angehören.

Als diejenigen Bildungen, welche zunächst über der alpinischen Trias, und so da, wo diese letztere vollständig entwickelt ist, zunächst über den Raibler chichten auftreten, während sie meistentheils von unzweifelhaften Schichten er Liasformation überlagert werden, sind die Kössener Schichten, der achsteinkalk sammt den Starhemberger Schichten, und wohl auch ie Grestener Schichten aufzuführen. Wir wollen diese verschiedenen ildungen erst einzeln betrachten, und dann eine kurze Betrachtung ihrer Lageungsfolge anschliessen.

Vorzügliche Verdienste um die Kenntniss dieser Bildungen haben sich Emmrich, Schafhäutl, Merian, Escher, F. v. Hauer, v. Richthofen, Suess, Gümbel und Pichler erworben, deren Arbeiten daher bei der Abfassung dieses Paragraphen besonders benutzt worden sind*).

1. Kössener Schichten. (Gervilliaschichten, Oberes St. Cassian, chichten der *Avicula contorta*). Meist dunkelgraue, dichte, dünnschichtige, mehr oder weniger thonige Kalksteine, schwarze Thonmergel und Mergelschieer, weich und leicht verwitternd; nach Kössen unweit Kufstein benannt, von wo aus sie sich in den nördlichen Alpen einerseits bis nach Enzesfeld bei Wienereustadt, anderseits bis an den Genfer See verfolgen lassen, so dass sie dort über undert Meilen weit bekannt sind. Dennoch ist ihre Mächtigkeit nicht bedeuend; sie beträgt gewöhnlich nur 30 bis 50, selten bis 100 Fuss und darüber. uch in den südlichen Alpen sind sie in weiter Erstreckung nachgewiesen worlen; überall aber werden sie durch ihre organischen Ueberreste auf eine sehr estimmte Weise charakterisirt.

*) Emmrich, Neues Jahrb. für Min. 1849, 437 ff., Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, IV, 1853, 80 ff. und 326 ff. Schafhäutl, Geognost. Unters. des bayerischen Alpengebires, 1851, und Neues Jahrb. für Min. 1851, 139 ff. 1852, 282 ff. Escher von der Linth, eol. Bemerkk. über das nördliche Vorarlberg, 1853. Merian, Verhandl. der naturf. Ges. n Basel, 1855, 304 ff. und 1857, 581 ff. Suess, die Brachiopoden der Kössener Schichten, n Denkschr. der kais. Ak. zu Wien, VII, 2. Abth. 1854, 29 ff. Franz v. Hauer, Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt IV, 1853, 729 ff. und IX, 1858, 473 ff. Gümbel, der Grünten, eognostische Skizze, 1856, und in Bavaria, I, 1858, 27 ff. Pichler, Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, VII, 1856, 717 ff. und Beiträge zur Geognosie Tyrols; v. Richthofen, Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, X, 1859, 104 ff.

Als die wichtigsten Fossilien dieser so ausgezeichneten und wegen ihrer Ve wandtschaft mit der Bonebedgruppe so ausserordentlich wichtigen Etage sind b sonders die folgenden zu nennen:

Rhynchonella cornigera Schafh.
. . . . . . *subrimosa* Schafh.
. . . . . . *fissicostata* Suess.
Spirifer rostratus Schl.
. . . . *uncinatus* Schafh.
Terebratula gregaria Suess.
. . . . . . *pyriformis* Suess.
. . . . . . *cornuta* Sow.
Spirigera oxycolpos Emmr.
Ostrea Haidingeriana Emmr.
Plicatula intusstriata Emmr.
Lima gigantea Sow.
Mytilus minutus Goldf.
Avicula contorta Portl.
Gervillia inflata Schafh.
. . . . *praecursor* Quenst.
Cardium rhäticum Merian.
. . . . *austriacum* Hau.
Pecten valoniensis Defr.

Die Gervillien erfüllen bisweilen ganze Schichten, weshalb Emmrich zuerst d Bildung unter dem Namen Gervillienschichten einführte. Nach einer Bemerku von Suess sollen die Brachiopoden und Gervillien im östlichen Zuge, von Wien b in die baierschen Alpen, besonders häufig sein, weiterhin aber seltener werde doch bezweifelt Winkler die allgemeine Richtigkeit dieser Annahme.

Die Kössener Schichten sind übrigens auch in Ungarn vorhanden; im nordös lichen Theile des Landes wurden sie, zugleich mit dem Dachsteinkalk, dur v. Hauer und v. Richthofen, im nordwestlichen Theile durch Stur nachgewiesen Der letztere Beobachter fand sie daselbst mit zwei verschiedenen Facies ausgebi det; nämlich theils als lichtgrauen Kalkstein mit *Gervillia inflata*, *Mytilus minut* und einigen anderen Muscheln, theils als dunkelgrauen Mergel und schwarzen Kal schiefer mit *Avicula contorta*, *Pecten valoniensis*, *Plicatula intusstriata* u. a. Fossilien während beiden Facies nur *Terebratula gregaria* gemeinschaftlich zukommt. Jahrb der k. k. geol. Reichsanstalt, X, 1859, 410, und XI, 1860, 141 f.

2. Dachsteinkalk und Starhemberger Schichten. Der Dach steinkalk, welcher nach dem auf der Gränze von Oesterreich, Salzburg und Steiermark aufragenden Dachsteingebirge benannt wurde, erscheint als ein weisser, gelblicher oder grauer, dichter bis feinkörniger, mehr oder weniger mächtig geschichteter Kalkstein, welcher sehr arm an Fossilien ist, indem sich meist nur die bis fussgrosse sogenannte Dachsteinbivalve, *Megalodus triquet* oder *scutatus* (zuerst von Wulfen als *Cardium triquetrum* aufgeführt) und stel lenweise eine Koralle (*Lithodendron rhäticum*) in grösserer Häufigkeit vorfindet Aus der Gegend von Wien lässt sich dieser Kalkstein in den nördlichen Alpen über Piesting, Guttenstein, Mariazell, Eisenerz, Admont bis in das Dachsteinge birge und Tännengebirge, weiterhin aber, und zwar in seiner unteren Abthei lung als ein feinkörniger, grauer, dünnschichtiger Dolomit mit Einlagerungen von Gyps und Rauchwacke, durch die baierschen und tyroler Alpen bis nach Vorarlberg verfolgen. Auch auf der Südseite der Centralkette sind dieselben Kalksteine und Dolomite von Steiermark aus durch Kärnten, Tyrol, die venetia ner und lombardischen Alpen nachgewiesen worden. Sie bilden ausgedehnte mächtige, durch schroffe Formen ausgezeichnete Gebirgsmassen, und spielen in der Gäa der Alpen eine sehr wichtige Rolle.

Die Mächtigkeit des Dachsteinkalkes ist meist bedeutend, steigt bisweilen zu mehren tausend Fuss, während sie anderwärts auffallend herabsinkt. Er lagert oft unmittelbar auf den Werfener Schichten, auf dem Guttenstein oder

ach dem Hallstätter Kalke; wo jedoch die Reihenfolge vollständig vorliegt, wie iess namentlich im nördlichen Tyrol und in den südlichen Alpen der Fall ist, a folgt er auf die Raibler Schichten, wodurch denn seine wahre bathrologische tellung bestimmt wird.

Dem Dachsteinkalke eingelagert erscheinen an vielen Orten die Staremberger Schichten, rothe oder gelbe, dichte bis körnige Kalksteine, elche reich an organischen Ueberresten sind, und nach Schloss Starhemberg ei Piesting, als einem ausgezeichneten Fundorte, benannt wurden. Die Fauna ieser Schichten stimmt wesentlich mit jener der Kössener Schichten überein; och kommen mehrorts Schichten vor, welche mit *Rhynchonella pedata Suess* füllt sind, einer in den Kössener Schichten nicht bekannten Species.

Im nördlichen Tyrol sowie in den baierschen Alpen wächst der untere Dolomit zu ungeheurer Mächtigkeit an, und geht stellenweise in sehr bituminöse, asphaltreiche, plattenförmige Kalksteine über, welche bei Seefeld und Vorderriess reich an Fischen sind, die nach Agassiz einen triasischen, nach Heckel einen liasischen Charakter besitzen sollen.

3. Grestener Schichten. Auf der Nordseite der östlichen Alpen, von ien bis Gmunden, kommen unmittelbar über dem Virgloriakalke Schichten on grauen Sandsteinen und Schieferthonen vor, welche Kohlenflötze beherbern und reich an Pflanzenresten sind, wie sie anderwärts theils im Keuper, eils im Lias vorkommen. Sie werden meist von schwarzen mergeligen Kalkteinen überlagert, welche ihrerseits nicht wenige liasische Conchylien enthaln. Doch lassen sich die Sandsteine von den Kalksteinen nicht wesentlich trenen, weil mehrorts, wie z. B. bei Grossau und Bernreuth, Kalksteinschichten itten zwischen den Kohlenflötzen erscheinen. Da die Dachsteinkalke und die igentlichen Kössener Schichten in dem Zuge der Grestener Schichten fehlen, o kann man diese letzteren vielleicht als die litoralen Aequivalente der ersteren eutеn.

Ihren Namen erhielten diese Schichten nach dem nordwestlich von Gaming gelegenen Marktflecken Gresten, einem ihrer wichtigsten Fundorte. Man kennt sie aber an vielen Punkten, von Sievring bei Wien über Bernreuth, Lilienfeld, St. Egydi, Kirchberg an der Bielach, Gaming, Gresten, Lunz, Ipsitz, Waidhofen, Hollenstein, Grossau, Pechgraben und noch weiter; an mehren dieser Orte werden Kohlenflötze abgebaut, welche zwei, drei und mehre Fuss mächtig sind.

Von den 25 Pflanzenspecies, um deren Bestimmung sich Unger und v. Ettingshausen verdient gemacht haben, sind die wichtigsten:

Calamites arenaceus Brong.
Equisetites columnaris Sternb.
Taeniopteris vittata Brong.
Alethopteris dentata Göpp.
Pecopteris Stuttgardiensis Brong.
Pterophyllum longifolium Brong.

Von denen besonders bei Bernreuth, Grossau und im Pechgraben, zum Theil auch bei Gaming und Gresten vorkommenden Conchylien, unter denen sich mehre ächt liasische Formen befinden, erwähnen wir

Rhynchonella austriaca Suess.
* *Terebratula cornuta* Sow.
. . . . *grestenensis* Suess.
* *Spirifer Münsteri* Dav.
* . . . . *rostratus* Schl.
Mactromya cardioides Phill.
Cardinia Listeri Sow.
Pholadomya ambigua Sow.
Pleuromya unioides Goldf.
* *Pinna folium* Young.
* *Lima gigantea* Desh.
* *Pecten liasinus* Nyst.

Die mit * bezeichneten Species finden sich auch in den Kössener Schichten.

Zu den Grestener Schichten gehören wohl auch diejenigen, welche in den bai schen Alpen, bei Weissbach unweit Reutte und bei Thamberg, durch ihre Pflanz reste die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben. Oestlich von den Alpen aber scheinen sie wieder bei Fünfkirchen, im Baranyer Comitate in Ungarn, wo mei Kohlenflötze abgebaut werden, bei Steierdorf im Banate, und bei Neustadt, westl von Kronstadt in Siebenbürgen.

Ueber die Steierdorfer Kohlenformation gaben Andrä und Kudernatsch ausfü liche Mittheilungen, in Abhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt, II, 1855, S. 27 und in Sitzungsber. der kais. Akad. zu Wien, Bd. 23, 1857, S. 93 ff. Dieselbe l steht aus glimmerreichem, bisweilen conglomeratähnlichem Sandstein, Schief thon und Mergel, und enthält 5 Kohlenflötze, von denen das bedeutendste 6 bis und mehr Fuss mächtig ist, und eine vortreffliche Schieferkohle liefert. Die Sandsteine und Schieferthone stellenweise sehr reichlich vorkommenden Pflanz reste gehören zum Theil denselben Species, welche aus den Grestener Schich genannt wurden; überhaupt aber führt Andrä 29 Species auf, von denen and wärts 13 im Lias, und 9 in der Juraformation bekannt sind, so dass sich hier äl liche Verhältnisse wiederholen, wie sie die Flora der Bonebedgruppe in Oberfr ken darbietet. Die paläontologischen Charaktere der Grestener Schichten schein daher mehr für deren Vereinigung mit dem Lias, als mit der Trias zu sprechen.

Was nun die Lagerungsfolge dieser verschiedenen Bildungen betrifft, scheint es durch mehrfache Beobachtungen erwiesen zu sein, dass die Kössen Schichten, wenn auch nicht immer so doch häufig, etwa so wie die Starhem berger Schichten, dem Dachsteinkalke eingeschaltet sind, dass folglich e unterer und ein oberer Dachsteinkalk unterschieden werden muss, und da diese drei Bildungen gewissermaassen als unzertrennliche Glieder eines und de selben grösseren Ganzen zu betrachten sind. Wenn also die Ansicht der öster reichischen Geologen richtig ist, dass die Fauna der Kössener und der Starhem berger Schichten mehr einen liasischen, als einen triasischen Charakter besitzt so würde allerdings zu folgern sein, dass dieser auf der Gränze der Trias un des Lias auftretende und in dem Dachsteinkalke oftmals zu so bedeutende Mächtigkeit anschwellende Schichtencomplex der Liasformation zugerechne werden muss; womit denn auch für die Bonebedgruppe die Frage in derselben Weise beantwortet sein würde.

Die Grestener Schichten stehen gewissermaassen isolirt da, weil der Dach- steinkalk in ihrem Gebiete vermisst wird; doch scheinen ihre organischen Ueber- reste ihre Parallelisirung mit den Kössener Schichten und ihre Einreihung in de Liasformation zu rechtfertigen.

Dass der graue dünnschichtige Dolomit, welcher in Vorarlberg sowie in den baierschen und nordtyroler Alpen so bedeutende Ablagerungen bildet, (der Haupt- dolomit Gümbels, der Mitteldolomit Pichlers) wirklich als eine sehr mächtige untere Etage des Dachsteinkalkes zu betrachten ist, dafür spricht das von Pichler bei Le- belfing zwischen Telfs und Zirl beobachtete und durch v. Richthofen bestätigte Vor- kommen von *Megalodus triqueter*, welches auch später durch v. Hauer an anderen Punkten bei Reutte und Nassereith nachgewiesen worden ist. Pichler, Beiträge zur Geognosie Tyrols, 1859, S. 162; und v. Richthofen im Jahrb. der k. k. geol Reichsanstalt, X, 105. Ueber diesem Dolomite folgen aber nach Merian, Pichler, von Richthofen und Gümbel die Kössener Schichten, welche wiederum von dem eigentlichen und unzweifelhaften Dachsteinkalke, mit *Lithodendron* und *Megalodus*

triqueter, überlagert werden. Auf ähnliche Weise giebt Curioni in der Lombardei als oberstes Glied des Keupers einen Dolomit mit *Cardium triquetrum* an, über welchem die Kössener Schichten und dann der Kalkstein mit *Megalodus scutatus* folgen. Dass aber *Cardium triquetrum* mit *Megalodus scutatus* und *M. triqueter* identisch ist, diess hat v. Hauer wiederholt hervorgehoben, während es freilich von Anderen bezweifelt wird.

§. 401 b. *Triasformation in Nordamerika und Asien.*

In Nordamerika tritt auf der Ostseite der Alleghanies in den Staaten Massachusetts, Connecticut, New-York, Pennsylvanien, New-Jersey, Virginien und Nord-Carolina eine Sandsteinbildung auf, welche man gegenwärtig theils der Trias- theils der Liasformation zurechnet, während sie früher als das Aequivalent des Rothliegenden und noch älterer Formationen betrachtet wurde. Man nennt sie wohl die Sandsteinformation des Connecticut-Thales, weil sie in diesem Thale innerhalb der Staaten Massachusetts und Connecticut besonders schön aufgeschlossen vorliegt, und daher auch gerade dort genauer untersucht worden ist*).

Diese Sandsteinbildung erreicht in den Gegenden des Connecticut-Thales die ganz ausserordentliche Mächtigkeit von 10,000 bis 12,000 Fuss und darüber; was schon vermuthen lässt, dass wohl mehre Formationen zu ihr beitragen mögen. Ihre Schichten streichen im Allgemeinen dem Thale ziemlich parallel, und fallen meist 15 bis 35° nach Osten. Das ganze Schichtensystem wird aber der Länge nach, von den Turners-Falls in Massachusetts bis nach East-Haven in Connecticut, durch die ihm eingeschaltete Trappkette des Holyoke in zwei Abtheilungen getrennt, welche sich sowohl nach diesem Lagerungsverhältnisse, als auch nach ihren petrographischen und paläontologischen Eigenschaften als zwei verschiedene Formationen zu erkennen geben, von denen nur die untere der Trias, die obere dagegen dem Lias zu vergleichen sein dürfte.

Die auf der Westseite des Trappzuges auftretende untere Sandsteinbildung besteht vorwaltend aus rothen, z. Th. bunten, groben und dickschichtigen Sandsteinen, welche bisweilen in förmliche Conglomerate übergehen, nur selten mit rothem Schieferletten oder mit anderen Gesteinen wechseln, und eine Gesammt-Mächtigkeit von 5000 bis 8000 Fuss erlangen. Ueber ihr breitet sich die mächtige Trappdecke aus, deren Ausstriche eine Kette von Kämmen und langgestreckten Bergen bilden, unter welchen der Tom und der Holyoke als die bedeutendsten aufragen. Ausser undeutlichen Fucoiden und unbestimmbaren Pflanzenstämmen sind in dieser unteren Sandsteinbildung bisher keine organischen Ueberreste entdeckt worden.

Auf der Ostseite des Trappzuges aber, da breitet sich über der Trappdecke eine ganz andere Formation aus, welche, bei 4000 bis 8000 Fuss Mächtigkeit, anfangs aus einer Wechsellagerung von rothem und schwarzem Schieferthon, von psammitischen und tuffartigen (deuterogenen) Trappgesteinen, von glimmerreichen rothen, grauen und weissen Sandsteinen, und von dichten, blaulichgrauen, bituminösen

*) Wir entlehnen das Folgende aus dem schönen Werke, welches E. Hitchcock unter dem Titel *Ichnology of New-England* (Boston 1858) veröffentlicht hat; und wir ergreifen diese Gelegenheit, um dem hochverehrten Verfasser für die freundliche Zusendung dieses Werkes den herzlichsten Dank auszusprechen.

Kalksteinen besteht, über welchen dann abermals rothe, grobkörnige Sandsteine und endlich stellenweise sehr grossstückige Conglomerate folgen. Die zunächst über dem Trappe liegenden Sandsteine und Schieferthone sind es, in welchen nicht nur die im ersten Bande (S. 469) erwähnten Ornithichniten, sondern auch die Fährten mancher anderer Vögel, und vieler Reptilien aus den Ordnungen der Batrachier und Chelonier vorkommen, von welchen Hitchcock in seinem wichtigen Werke ausführliche Beschreibungen nebst Abbildungen mitgetheilt hat. Auch haben sich bei Sunderland, Middletown und an anderen Orten im bituminösen Mergelschiefer Ueberreste von Fischen (*Catopterus*), bei Easthampton aber im Sandsteine Abdrücke eines Farnkrautes (*Clathropteris rectiuscula*) gefunden.

Während diese obere Abtheilung der Sandsteinbildung des Connecticut-Thales, zugleich mit den kohlenführenden Sandsteinen Virginiens und Nordcarolinas, von den nordamerikanischen Geologen gegenwärtig zur Liasformation*) gerechnet wird, so lässt sich die untere Abtheilung allerdings der Trias vergleichen, welche demnach in diesen Gegenden fast nur durch Sandsteine repräsentirt sein würde. Die oberen Schichten dieses Sandsteins sind oft reich an Kupfererzen, meist Rothkupfererz, Malachit, Azurit und Kupferglanz, welche theils eingesprengt, theils in Nestern, Trümern und Lagen, aber immer in der Nähe des Trappes vorkommen, zu welchem sie in einer bestimmten Beziehung stehen. Man kennt sie von Connecticut bis nach Nordcarolina an vielen Orten, und überall unter denselben Verhältnissen. *Whitney, The metallic Wealth of the united States, p.* 325 f.

Auch in Neuschottland ist, besonders längs den Küsten der Cobequid-Bay, eine Sandsteinbildung vorhanden, welche für triasisch gehalten wird; die Prinz-Edwards Insel besteht gleichfalls fast gänzlich aus ihren Schichten. Sie liegt discordant auf der Steinkohlenformation, ist ähnlich dem Buntsandsteine Englands, und zeigt sich vielorts mit Trapp und mit Mandelstein verbunden. *Edinb. new phil. Journal,* [2], *vol. II,* 384. Auf der genannten Insel fand sich im Sandsteine der Ueberrest eines Sauriers, den Leidy mit dem Namen *Bathygnathus borealis* belegte.

Neuerdings hat Jules Marcou unter dem Namen *nouveau grès rouge* eine im westlichen Nordamerika in grosser Verbreitung und Mächtigkeit auftretende Formation beschrieben, zu welcher er auch die so eben besprochene Sandsteinbildung des Connecticut-Thales rechnet, und welche er der Triasformation Europas parallelisirt. Sie besteht wesentlich aus rothen und weissen Sandsteinen, rothen oder bunten Thonen und Mergeln, mit Einlagerungen von Gyps, Salzthon und Steinsalz, lässt eine dreifache Gliederung erkennen, und zeigt da, wo sie der permischen Formation aufliegt, bald concordante, bald discordante Lagerung gegen dieselbe. Sie bildet zu beiden Seiten der Rocky-Gebirge und der Sierra Madre weit ausgedehnte Plateaus, und hat ihr hauptsächliches Verbreitungsgebiet innerhalb eines Raumes zwischen dem 31. und 41. Breitengrade. Alle Flüsse welche aus diesem Gebiete kommen, führen ein mehr oder weniger roth gefärbtes, oft auch mit Kochsalz und Gyps geschwängertes Wasser.

Marcou unterscheidet folgende drei Abtheilungen.

1. Untere Abtheilung; Aequivalent des Buntsandsteins. Sie besteht nach unten aus rothen und bunten Thonen, welche weiter aufwärts mit gleichfarbigen

*) Indessen hat Heer gezeigt, dass die Pflanzen der Kohlenformation von Richmond in Virginien nicht nur generisch, sondern auch zum Theil specifisch mit denen des europäischen Keupers übereinstimmen. Geol. von Lyell, Uebersetzung eingeführt von Cotta, II. S. XI.

Sandsteinen wechseln, bis endlich diese letzteren selbständig auftreten; sie ist 2000 Fuss mächtig, bildet in den westlichen Prairien weit ausgedehnte Flächen, und nimmt Theil an der Zusammensetzung der Rocky-Gebirge und der Sierra Madre.

2. **Mittlere Abtheilung**; Aequivalent des **Muschelkalkes**. Rothe Thone, welche oft grosse Stöcke von weissem Gyps umschliessen, deren Ausdehnung oft ganz ausserordentlich ist; dazu gesellen sich Einlagerungen von Dolomit und Kalkstein, von Salzthon und Steinsalz; Mächtigkeit 1500 Fuss.
3. **Obere Abtheilung**; Aequivalent des **Keupers**. Nach unten graulichweisse oder hellrothe Sandsteine, bis 1000 Fuss mächtig; nach oben bunte Mergel, ganz ähnlich den Keupermergeln Europas, 500 Fuss stark. Der Sandstein ist sehr verbreitet, erscheint oft in sehr abenteuerlichen Felsformen, und enthält häufig verkieselte Dendrolithen; ja, an der Westseite der Sierra Madre fand Marcou einen förmlichen versteinerten Wald, mit Stämmen von 30 bis 40 F. Länge und 3 bis 4 Fuss Dicke.

Seine Beobachtungen und Ansichten über diese nordamerikanische Trias hat Marcou mehrorts, besonders im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, *p.* 864 *ff.*, und in *Geology of North-America, Zürich* 1858, *p.* 9—25, auch in der Abhandlung *Dyas et Trias* mitgetheilt. Von Seiten der nordamerikanischen Geologen sind jedoch manche Bedenken und Widersprüche erhoben worden.

Wenden wir unsere Blicke nochmals nach der alten Welt, so finden wir, dass die Trias zwar in Mittel-Europa und besonders in Teutschland ihre typische Entwickelung gefunden hat, dass sie aber auch in mehr oder weniger erkennbaren Zügen einerseits bis in die pyrenäische Halbinsel, anderseits bis an die Küsten des sibirischen Eismeeres, und bis an das Himalaya-Gebirge nachgewiesen worden ist.

Ueber die Trias Spaniens, welche die dreigliederige Eintheilung in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper sehr wohl erkennen lässt, gaben Verneuil und Collomb Mittheilungen, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *X, p.* 115 ff.; auch Verneuil, *Note sur le Progrès de la Géol. en Espagne*, 1855, *p.* 6. Die Aehnlichkeit der Gesteine des Muschelkalkes mit denen in Teutschland ist nach Bornemann sehr auffallend, und die Fossilien sind grossentheils dieselben, wie in Thüringen und bei Rüdersdorf. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VIII, S. 165.

Dass der Muschelkalk hoch oben in Sibirien, am Flusse Olenek existiren müsse, diess wurde in Folge der von Hedenström entdeckten und vom Grafen Keyserling beschriebenen Ceratiten, von Leopold von Buch als eine höchst merkwürdige Thatsache hervorgehoben, in seiner Abhandlung über Ceratiten, 1848, S. 2 f. Schon früher kannte man sie am Grossen Bogdo in der Wolgasteppe und auf der neusibirischen Insel Kotelnoi.

Aber auch in Ostindien ist die Trias vorhanden. Nach Hardie kann der Buntsandstein durch Baralpur über Delhi bis zu den salz- und gypsführenden Bildungen von Lahore, sowie südlich bis Cutch verfolgt werden. Den Muschelkalk fand Strachey im Himalaya nördlich vom Thale des Niti; die Fossilien sind ähnlich denen von St. Cassian in Tyrol, aber specifisch verschieden. *Comptes rendus, t.* 40, 1855, *p.* 351.

Zwölfter Abschnitt.

Jurassische Formationsgruppe.

§. 402. *Einleitung.*

Eine ganz neue Welt begrüsst uns in jener mächtigen und vielfältig zusan mengesetzten Formationsgruppe, welche, unmittelbar auf die Trias folgend, ei ungleich grössere Ausdehnung erlangt hat, und sich schon deshalb als eines d wichtigsten Glieder in der Zusammensetzung der äusseren Erdkruste beurku det. Aber eine noch höhere Bedeutung gewinnt sie durch den erstaunlich Reichthum an organischen Ueberresten, von welchen bereits über 4000 Speci bekannt sind, deren Individuen oft millionenweise in ihren Schichten niederg legt wurden.

Man pflegt sie gegenwärtig die jurassische Formationsgruppe z nennen, weil sie im Jura ganz vorzüglich entwickelt ist; aus demselben Grund vereinigt Alcide d'Orbigny ihre Glieder unter dem Namen *terrains jurassique*, während Bronn sie unter dem Namen des Oolithen-Gebirges aufführt, weil ooli thische Kalksteine und Eisenerze in ihr weit häufiger als in anderen Formatione angetroffen werden.

Wenn wir versuchen, die zahlreichen Glieder dieser Gruppe zu einzelne Formationen zusammenzufassen, so gelangen wir, unter besonderer Berücksich tigung ihrer in Teutschland vorliegenden Entwickelung, auf eine Eintheilun in drei oder vier Formationen, nämlich die Liasformation, die Juraforma tion im engeren Sinne des Wortes, mit den beiden Abtheilungen des braunen und des weissen Jura, und die Wealdenformation. In Teutschland wird die Liasformation auch häufig als schwarzer Jura aufgeführt; indessen scheint es zweckmässiger, den Namen Lias beizubehalten, welcher keine Be ziehung auf eine bestimmte Färbung ihrer Gesteine ausdrückt, so wie es wün schenswerth wäre, für den braunen und den weissen Jura über ähnliche pe trographisch bedeutungslose Namen verfügen zu können*).

Vielleicht könnte man den braunen Jura die Doggerformation nennen, weil in England verschiedene seiner Glieder unter dem Namen Dogger aufgeführt worden sind, ohne dass an denselben eine ganz bestimmte Bedeutung geknüpft wurde. Oppel hat auch wirklich diesen Namen für den mittleren oder braunen Jura überhaupt aufgenommen. Aus ähnlichen Gründen schlägt er für den oberen oder weissen Jura den Namen Malm vor, welcher bisher für sehr verschiedene Schichten gebraucht worden ist. Die Juraf. Englands, Frankreichs und des süd westl. Deutschlands, S. 816 f. Gegen die Einführung beider dieser Namen erklärte

---

*) Leopold v. Buch's Verdienste um die Kenntniss der Juraformation überhaupt und des teutschen Jura insbesondere sind so gross, dass ihre Anerkennung gewiss nicht in einer Verallgemeinerung der von ihm, doch nur für den schwäbischen und fränkischen Jura vorgeschlagenen Namen: schwarzer, brauner und weisser Jura gesucht wer den kann.

sich indessen Fraas sehr entschieden, in den Württemb. naturhist. Jahresheften, 14, 1858, S. 314 und 317.

Wird die Bonebedgruppe und der ihr entsprechende Complex der Kössener Schichten und des Dachsteinkalkes von der Trias getrennt, so würde sie, als die unterste Etage der Liasformation, in die jurassische Formationsgruppe aufzunehmen sein.

Erstes Kapitel.

Liasformation.

§. 403. *Gesteine der Liasformation.*

Der Name Lias ist eigentlich ein provincieller Ausdruck, dessen sich die Steinbrecher in Somersetshire zur Bezeichnung der thonigen Kalksteine dieser Formation bedienen*); die englischen Geologen haben ihn jedoch in weiterer Bedeutung auf die ganze Formation angewendet, wozu er auch, seiner petrographischen Bedeutungslosigkeit wegen, ganz besonders geeignet ist. Die von Alcide d'Orbigny unter den Namen *étage sinémurien*, *liasien* und *toarcien* aufgeführten drei Etagen sind es, welche die Liasformation wesentlich constituiren.

Die Gesteine dieser Formation lassen gewöhnlich keine sehr grosse Manchfaltigkeit erkennen, indem Kalksteine, Mergelschiefer und Schieferthone, sowie Sandsteine und Thone als die bei weitem vorwaltenden Materialien auftreten. Ausser ihnen erscheinen noch am häufigsten Brandschiefer, Dolomit, oolithisches Eisenerz, und selten Gyps, während Sphärosiderit, Thoneisenstein und Steinkohle, wenn auch nicht gerade als seltene, so doch nur als untergeordnete Materialien zu erwähnen sind.

1. Sandsteine.

In vielen Gegenden beginnt die Liasformation mit Sandsteinen, welche in mancherlei Varietäten auftreten, und gewöhnlich als Unterliassandstein bezeichnet werden; bisweilen kommen auch höher aufwärts oder selbst am Ende der Formation Sandsteine vor. Als einige der wichtigsten Varietäten dürften besonders folgende hervorzuheben sein.

a. Arkos. Grobkörnige, feldspathreiche Sandsteine, also ächte Arkose in der petrographischen Bedeutung des Wortes (I, 666), haben oftmals die Liasbildung eröffnet; besonders häufig dort, wo die Formation unmittelbar auf Granit oder Gneiss liegt, deren zu Grus aufgelockerte Oberfläche das Material zu diesen

*) *De-la-Beche*, *Report on the geol. of Cornwall* etc. *p.* 44. Bakewell vermuthet, dass das Wort nur durch eine provincielle Aussprache des Wortes *layers* entstanden sei, weil die erwähnten Kalksteine oft in sehr regelmässig ausgedehnten plattenförmigen Lagen erscheinen. In Teutschland sind sie, wegen ihres häufigen Gehaltes an Gryphäen, oft Gryphitenkalk genannt worden. Der Name Lias ist übrigens Leias auszusprechen, und keineswegs »unpassend und verwerflich,« wie einmal gesagt worden ist. Verzeichniss der in der Kreis-Naturaliensammlung zu Baireuth befindl. Petrefacten, S. VI.

feldspathreichen Sandsteinen lieferte, aus welchen sich oft abwärts Uebergänge bis in den reinen Granitgrus verfolgen lassen.

Merkwürdig ist die in der Bourgogne und in einigen anderen Gegenden Frankreichs vorkommende höchst innige Verknüpfung des Arkos mit eigenthümlichen Erzgangbildungen, indem die aus der Tiefe durch den Granit heraufsteigenden, vorwaltend aus Quarz, Hornstein und Chalcedon, mit Baryt, Flussspath und Bleiglanz bestehenden Gänge sich in den Schichten des Arkos nach allen Richtungen verzweigen, und mit ihren Materialien dermaassen zwischen die Sandsteine eindrängen und verflössen, dass ihnen ein wesentlicher Antheil an der Arkosbildung zugestanden werden muss.

Der Chalcedon und der Hornstein bilden das Cäment des Sandsteins, welches oft sehr vorwaltend, ja bisweilen in fast selbständigen Schichten abgesetzt ist, während der Baryt, der Flussspath und der Bleiglanz theils derb und eingesprengt, theils in Nestern und Trümern auftreten. Besonders die Gegend von Charolles, Autun, Semur, Avallon und Auxerre sind höchst lehrreich für das Vorkommen dieser durch Erzgänge metamorphosirten Arkose. Nach Dufrénoy wiederholen sich ganz dieselben Erscheinungen im westlichen Centralfrankreich, von la Châtre bis jenseits Brives, wo auch bei Nontron und an anderen Orten Nontronit und Halloysit, Manganerze und Glanzeisenerz im Arkos vorkommen *). Man vergleiche über diese, für die Theorie der Erzgänge äusserst wichtigen Erscheinungen die interessanten Schilderungen von Bonnard, in *Ann. des mines, 2. série, IV, p.* 357 ff., von Delanoue, im *Bull. de la soc. géol. VIII, p.* 101 ff., von Moreau, *ibidem, X, p.* 249, von Rozet, in *Mém. de la soc. géol. IV, p.* 106 ff. und v. Beust, die Kritische Beleuchtung der Wernerschen Gangtheorie. Dass hier nur hydrochemische Wirkungen im Spiele waren, und dass diese Gänge, wie Rozet und Longuemar annehmen, nur durch Mineralquellen gebildet worden sein können, darüber kann wohl kein Zweifel obwalten. Die Conchylien der über dem Arkos folgenden Kalksteinschichten erscheinen oft durch Chalcedon, bisweilen auch durch Baryt petrificirt.

b. Quarzsandstein. Im Grossherzogthum Luxemburg erscheint an der Basis der Liasformation ein weisser oder hellgelber, fast nur aus Quarzkörnern bestehender Sandstein, welcher bisweilen als loser Sand, bisweilen als Conglomerat, im Allgemeinen aber dem Sächsischen und Böhmischen Quadersandsteine so ähnlich ist, dass er anfänglich unter dem Namen Quadersandstein aufgeführt würde. Er enthält jedoch sandige Kalksteinlager mit liasischen Fossilien, wird auch von ähnlichen Kalksteinschichten unterteuft, und gehört daher jedenfalls zur Liasformation.

Diess wurde im Jahre 1828 von Steininger, und bald darauf auch von Elie de Beaumont bewiesen. Dumont erkannte 1841 die Identität des sandigen Kalksteins von Orval mit dem Luxemburger Sandsteine, und bewies, dass beide von Liaskalkstein getragen werden, was später von Omalius d'Halloy bestätigt wurde, obwohl sich bei Luxemburg selbst dieser untere Kalkstein nur auf eine schwache Schicht von grauem Mergel reducirt. *Bull. de la soc. géol. 2. série, II,* 91. Doch darf dieser

*) In den Vogesen kommen mehrorts ganz ähnliche Verhältnisse nahe der Auflagerung des Vogesensandsteins auf dem Granite vor, wo der höchst krystallinische und an Feldspathkrystallen reiche Sandstein von vielen Gängen durchsetzt wird, welche Quarz, Glanzeisenerz, Baryt und Flussspath führen. *Delesse, Notice sur les caractères de l'Arkose dans les Vosges.*

untere Liassandstein Luxemburgs nicht mit dem dortigen oberen Liassandstein verwechselt werden, welcher ebenfalls eine grosse Mächtigkeit erlangt; wie denn überhaupt nach v. Bennigsen-Förder in dem Busen zwischen dem Hunsrück und den Ardennen fast die ganze Liasformation in Sandsteinen aufgeht. Ueber die Structur dieses oberen Luxemburger Sandsteins und Sandes gab Derselbe interessante Mittheilungen; mitten im losen Sande treten, gleichsam bruchstückweise, einzelne Partieen von Sandsteinschichten auf, die plötzlich abbrechen, um weiterhin abermals zu erscheinen, so dass es das Ansehen gewinnt, als ob im Sande grosse Bruchstücke und Schollen von Sandstein in paralleler Lage suspendirt wären. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 17, S. 43.

Andere, sehr feinkörnige, licht gelblichgraue, glimmerreiche Sandsteine von ausgezeichneter, oft dünnplattenförmiger Schichtung bilden das tiefste Schichtensystem der Liasformation im nordwestlichen Teutschland, bei Helmstädt und Hildesheim; da ihre mittleren Schichten mächtig und quaderartig zerklüftet sind, so wurden sie gleichfalls bisweilen Quadersandstein genannt. In denselben Gegenden treten auch höher aufwärts abermals hellgelbe oder graue, feinkörnige Sandsteine auf, welche bauwürdige Bänke von oolithischem Eisenerz umschliessen, wie diess auch mit dem oberen Sandsteine von Luxemburg der Fall ist.

Bei Amberg, Baireuth, Bamberg, Coburg, Eisenach, Gotha u. a. O. sind gleichfalls Sandsteine als die tiefsten Schichten der Liasformation bekannt. Bei Gotha und Eisenach ist es vorwaltend ein graulich- oder gelblichweisser, feinkörniger, fester und dünnschichtiger Quarzsandstein, der mit Zwischenlagen von grauem Thone abwechselt, und 50 bis 60 Fuss Mächtigkeit erlangt. Credner, Neues Jahrb. für Min. 1860, S. 300 und 311. In Oberfranken dagegen sind es meist grobkörnige sehr eisenschüssige Sandsteine, welche mit dunkelgrauem Schieferthon wechseln.

c. Kalkiger Sandstein. Auch in Schwaben zeigen die untersten Schichten der Liasformation oftmals eine sandsteinähnliche Beschaffenheit; doch sind es sehr kalkige, gelbe, weiche und stark zerklüftete Sandsteine, welche zum Theil erst aus einer Verwitterung sandiger, blaulichgrauer Kalksteine hervorgegangen zu sein scheinen, und, nach Maassgabe der Menge von Sand- und von Kalktheilen, ausserordentlich variiren. Auf ihren Schichtungsflächen sind sie oft mit Netzen von vielfach verzweigten, grashalmdicken, cylindrischen Concretionen bedeckt, welche für Fucoiden gehalten worden sind.

Aehnliche kalkige Sandsteine, die oft in sandigen Kalkstein übergehen, kommen auch in anderen Gegenden, wie z. B. bei Amberg, Mezières, Orval in der unteren Abtheilung der Liasformation vor.

2. Schieferthon und Thon.

Graue, braune oder schwarze, mergelige, mehr oder weniger bituminöse Thone und Schieferthone spielen in der Liasformation eine sehr wichtige Rolle, und erlangen zumal in den oberen Etagen derselben oft eine grosse Selbständigkeit. Bisweilen ähneln die Schieferthone sehr feinen pelitischen Thonschiefern; doch zerfallen sie gewöhnlich an der Luft in lauter kleine, eckige Brocken, welche sich endlich zu einem zähen Letten oder Thone auflösen. Häufig beher-

bergen sie Nieren von thonigem Sphärosiderit oder Thoneisenstein, und Eisenkies in mancherlei Formen.

Im Banate erreichen die dunkelgrauen bis schwarzen Schieferthone, als obere Etage der dortigen liasischen Kohlenformation, eine Mächtigkeit von 300 bis 400 F.

3. Bituminöse Mergelschiefer und Brandschiefer.

Aus den Schieferthonen entwickeln sich dunkelgraue bis schwarze, kalkreiche und bituminöse, mehr oder weniger dünnschieferige Mergelschiefer welche oft etwas zäh und im Striche glänzend sind, bei der Verwitterung sich bleichen und aufblättern, so dass sie in grosse Tafeln und dünne Blätter gespalten und gerissen werden können. Sie enthalten viele organische Ueberreste unter denen sich besonders zahlreiche Abdrücke von kleinen Posidonomyen auszeichnen, weshalb diese Schichten oft unter dem Namen Posidonomyaschiefer aufgeführt werden.

Diese Schiefer gehören besonders der oberen Etage der Formation an, und umschliessen häufig linsenförmige Nieren (nach Rengger bisweilen polygonale Platten) eines thonigen, sehr dichten Kalksteins, welcher oft einen trefflichen hydraulischen Mörtel liefert, oder auch Nieren von thonigem Sphärosiderit, und Knollen oder Kugeln von Eisenkies, der auch häufig eingesprengt oder als Versteinerungs-Material vorkommt. Die Kalkstein- und Sphärosiderit-Nieren sind sehr gewöhnlich als Septarien (I, 419) ausgebildet, und enthalten dann im Innern Kalkspath und mancherlei andere Mineralien.

Wenn der Bitumengehalt dieser Gesteine mehr überhand nimmt, so gehen sie endlich in förmliche Brandschiefer über, welche bei reichlichem Eisenkiesgehalte als Alaunschiefer, ausserdem aber auf Oel und Asphalt, ja zum Theil als Brennmaterial benutzt werden können.

Dahin gehören z. B. die Alaunschiefer von Whitby in Yorkshire, die sehr bituminosen und brennbaren Schiefer von Ubstatt, zwischen Heidelberg und Carlsruhe (Bronn, Gäa Heidelbergensis, S. 157), die Brandschiefer von Seefeld in Tyrol, deren Fortsetzung nach Schafhäutl bei Walgau in Baiern vorliegt, und welche an beiden Orten zur Gewinnung von Steinöl und Asphalt benutzt werden. Geogn. Unters. des Südbaierischen Alpengebirges, S. 25. Bekannt sind auch die in Württemberg bei Boll, Ohmden und Holzmaden vorkommenden Brandschiefer, welche nicht nur in regelmässige Platten spaltbar, sondern auch so zäh sind, dass sie sich wie Breter sägen, behauen und hobeln lassen; nach Quenstedt sollen sich diese, an Bitumen und thierischem Oele sehr reichen Schiefer bis in die Maingegenden fortziehen. Solche Brandschiefer der Liasformation sind sogar bisweilen durch Selbstentzündung in Brand gerathen, wie bei Boll, Lyme-Regis und vielleicht auch bei Hildesheim, obwohl sie hier nach F. Römer weit weniger bituminös sind, als bei Boll. Neues Jahrbuch für Min. 1843, S. 333.

4. Kalksteine.

Bei weitem vorwaltend sind dunkel blaulichgraue und rauchgraue bis schwärzlichgraue und blaulichschwarze, mehr oder weniger thonige (daher zu hydraulischem Mörtel brauchbare), oft sehr bituminose und dann beim Anschlagen stinkende, feinkörnige bis dichte, zähe und schwer zersprengbare Kalksteine von mattem, muscheligem bis unebenem und splitterigem Bruche. Die angege-

benen Farben erscheinen jedoch nur im frischen Bruche; denn an der Oberfläche und von allen Klüften herein ist das Gestein gelb und gelblichbraun verfärbt, und selbst mit gelbem oder braunem Thone überzogen. Andere Kalksteine sind lichtgrau, schwärzlichblau gefleckt, sehr homogen und spröde.

Diese Liaskalksteine sind oft ausserordentlich reich an Versteinerungen; manche Schichten bestehen fast nur aus einem Aggregate von *Gryphaea arcuata* (Gryphitenkalk oder Arcuatenkalk), andere aus Ammoniten (zumal *Ammonites Bucklandi, A. costatus, A. anguinus*), noch andere aus *Avicula* oder *Monotis substriata* (Monotiskalk), oder auch aus Belemniten. Dergleichen sehr muschelreiche Kalksteine werden von den französischen Geologen oft unter dem Namen Lumachell aufgeführt; Rengger möchte sie Versteinerungs-Conglomerate nennen.

Der Liaskalkstein bildet meist dünne, einige Zoll bis einen Fuss starke, bisweilen aber auch mächtigere Schichten, welche durch Zwischenlagen von Mergelschiefer, Schieferthon oder Mergelthon von einander abgesondert werden, weshalb die Fels- und Steinbruchswände ein eigenthümliches gebändertes Ansehen erhalten. Obwohl die Schichtungsflächen meist uneben und wulstig sind, so liefern doch die schmäleren Schichten oft grosse Platten, welche z. B. bei Stenton-Mandeville 10 bis 30 Fuss lang, und 12 bis 15 Fuss breit gebrochen werden. Oft sind aber diese Schichten vielfach zerklüftet, was bisweilen so weit geht, dass sie gar nicht mehr stetig ausgedehnt, sondern in lauter Blöcke und Klötze zerstückelt erscheinen, welche durch Mergelthon verbunden sind. Hier und da ist sogar eine prismatische Absonderung beobachtet worden, wie z. B. nach Horner in Somersetshire, wo sie fast an die Absonderung der Basalte von Antrim erinnert, und nach Quenstedt in Württemberg, wo der Mergelkalkstein der mittleren Etage zu äusserst regelmässigen Polygonen abgesondert ist, die wie ein künstliches Pflaster hervortreten, und für wirkliche Krystallsäulen gehalten worden sind.

Trümer und Adern von weissem Kalkspath durchschwärmen oftmals den dunkelfarbigen Kalkstein, und bilden zuweilen förmliche Netzwerke, ohne jedoch in die schieferigen Zwischenlagen einzudringen; auch Lagen von Faserkalk sind hier und da beobachtet worden. Hornstein bildet zuweilen Nester, Nieren oder Lagen, auch Stücke von versteinertem Holze, welches letztere auch oft durch kohlensauren Kalk petrificirt ist. Eisenkies kommt häufig eingesprengt oder in Schnüren, Adern und Concretionen vor, während bisweilen auf ähnliche Weise, oder auch innerhalb der Kalkstein-Nieren und in den Kammern der Ammoniten Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende, Galmei, Baryt und Cölestin gefunden werden, Fragmente von Pechkohle aber nicht selten zu beobachten sind.

Bisweilen sind die Kalksteine sehr reich an Quarzkörnern, so dass sie als sandige Kalksteine erscheinen, welche oft in grobkörnige Sandsteine mit kalkigem Bindemittel und endlich, durch Auslaugung des letzteren, in fast reine Sandsteine übergehen. Als einige seltenere oder doch untergeordnete Varietäten von Kalkstein sind noch weisse und rothe Kalksteine, oolithische Kalksteine und Tutenkalk zu erwähnen.

So kommen nach Buckland, Conybeare und Phillips in der Gegend von Bristol unter dem grauen Kalksteine weisse Kalksteine vor, welche politurfähig und bei

Bitton und Corston sogar zur Lithographie geeignet sind; ebenso führt Lonsdal die untersten, gelblichweissen und thonigen Kalksteine aus der Gegend von Ba als *white lias* auf. *Trans. of the geol. soc. 2. series, III, p.* 241. Nach Caumo kennt man auch bei Valognes und Osmanville in der Normandie gelbliche u weisse Kalksteine in der unteren Abtheilung der Formation, und Alcide d'Orbign erwähnt von Thouars (Deux-Sèvres) eine mächtige Schicht sehr weissen thonig Kalksteins mit Hornstein und *Belemnites tripartitus. Cours élém. de Pal. II,* 469. — In der alpinischen Liasformation spielen rothe Kalksteine eine wichtige Rolle, we che oft reich an Ammoniten und daher in Italien unter dem Namen *Calcare ammonitico rosso* bekannt sind. — Bei Orval in Luxemburg wird der gelbliche Kalkste bisweilen oolithisch, was übrigens im Gebiete der Liasformation zu den gross Seltenheiten gehören dürfte. — Häufig, obwohl immer nur in dünnen, ein pa Zoll starken Schichten erscheint Tutenkalk (oder Nagelkalk); so z. B. b Degerloch, Tübingen, Wasseralfingen und Kemnat in Würtemberg, im Innerst thale zwischen Astenbeck und Klein-Förste, bei Görarp in Schonen und ande wärts. Jedenfalls kommt der Tutenkalk am häufigsten in der Liasformation vor; s auch nach Kudernatsch in der liasischen Steinkohlenbildung bei Steierdorf i Banate.

5. Dolomit.

Weit seltener, als im Gebiete des Muschelkalkes oder des Jurakalkes tret auch in der Liasformation Dolomite auf; man kennt dergleichen z. B. im süd westlichen Frankreich bei Figeac (Lot), Villefranche (Haute-Garonne), sowie im südlichen Frankreich bei Alais (Gard), in den Alpen und im Tatra-Gebirge.

Bei Figeac, Villefranche, Terrasson, Milhau ist der, gewöhnlich unmittelbar übe der Steinkohlenformation vorkommende Dolomit hellgrau, dicht und splitterig im Bruche, aber carios und selbst cavernos; er hält bis 47 p. C. kohlensaure Magnesia, und in seinen tiefsten Schichten Trümer und Nester von Galmei und Bleiglanz mit Zinkblende. Dufrénoy in *Mém. pour servir etc. I, p.* 238. Im Dép. du Gard soll der Dolomit eine fast 100 Meter mächtige Etage an der Basis der Formation bilden, weshalb er von Emilien Dumas als *Dolomie infra-liasique* aufgeführt und dem *white lias* der Engländer verglichen wird. Er ist meist dunkelgrau, jedoch le Vigan gelblichweiss, dicht, fest, deutlich und regelmässig geschichtet, wechsellagert nach oben mit Gryphitenkalk, ist jedoch selbst ganz fossilfrei; in ihm finden sich die bekannten Höhlen von Anduze, Alais und anderen Orten. Der Dolomit der Tatra ist nach Zeuschner meist krystallinisch-feinkörnig, grau, cavernos und leicht zu Sand zerfallend.

6. Gyps.

Wie der Dolomit, so ist auch der Gyps bis jetzt nur als eine seltenere Erscheinung zu betrachten, weshalb denn auch Dufrénoy das Vorkommen von Gypsstöcken im Lias des südwestlichen Frankreich als eine interessante Thatsache hervorhob. Auch im Auxois und in den Cevennen sind nicht unbedeutende Vorkommnisse von Gyps bekannt.

Der Gyps scheint nach Dufrénoy innerhalb der Liasformation des südwestlichen Frankreich in verschiedenen Niveaus vorzukommen; er bildet Stöcke, welche von stark gewundenen Schichten bunter Mergel umhüllt werden, ist theils körnig, und reich an rothen Quarzkrystallen, theils faserig. Im Auxois enthalten die unteren Liasmergel Nester und kleine Lager von Gyps. Nach Zeuschner sind auch in Ungarn, bei Iglo und Pohorella, dem Liaskalksteine Gypsstöcke eingelagert. — Die

anderweit in den piemontesischen und französischen Alpen bekannten Vorkommnisse von Gyps übergehen wir, da die Formationsbestimmung der sie einschliessenden Gesteine doch noch etwas zweifelhaft ist.

7. Steinkohlen.

Ausser den Nestern und Brocken von Pechkohle, welche nicht so gar selten im Kalksteine oder Schiefer enthalten sind, kommen auch bisweilen förmliche Flötze von Steinkohle vor, welche zwar gewöhnlich keine grosse Mächtigkeit erlangen, dennoch aber bisweilen einen Gegenstand des Bergbaues geliefert haben.

Der Liassandstein der Gegend von Helmstädt im Herzogthume Braunschweig, von Hildesheim im Königreiche Hannover und von anderen Punkten hält viele Kohlenflötze; bei Larzac im südlichen Frankreich liegen ziemlich mächtige Kohlenflötze im Belemnitenkalke, auf der Insel Bornholm und bei Höganäs in Schonen im Liassandsteine; auch ist es sehr wahrscheinlich, dass die in den nordöstlichen Alpen von Oesterreich sowie bei Fünfkirchen in Ungarn und bei Steierdorf im Banate bekannten Flötze der Liasformation angehören. Vergl. oben S. 806.

8. Erze.

Unter den metallischen Mineralien der Liasformation erlangen fast nur die Eisenerze einige Bedeutung, indem die übrigen, bei den Kalksteinen und Dolomiten gelegentlich erwähnten Erze immer in kleinen Partieen zerstreut vorkommen. Die Eisenerze finden sich besonders als oolithisches Eisenerz, als Sphärosiderit und als Thoneisenstein, als Brauneisenerz, selten und nur untergeordnet als Rotheisenerz. Das oolithische Eisenerz bildet gewöhnlich regelmässige und stetige Flötze, welche theils in den Sandsteinen, theils in den Schieferthonen der Formation auftreten; doch sind sie im Lias weit seltener als in dem darauf folgenden braunen Jura. Der Sphärosiderit erscheint besonders in Nieren und Septarien, welche oft von bedeutender Grösse und in grosser Anzahl, lagenweise geordnet, im Schieferthone und Mergelschiefer der oberen Etage vorkommen. Auf ähnliche Weise findet sich auch der braune Thoneisenstein, der häufig aus der Zersetzung des Sphärosiderites hervorgegangen ist.

Klipstein fand bei Weissenburg in Baiern Nieren von Sphärosiderit zugleich mit solchen von Thoneisenstein, und erkannte die letzteren als Zersetzungsproducte der ersteren. Bei Amberg kennt man ein unregelmässiges, meist kaum 6 Zoll, zuweilen aber bis 4 Fuss mächtiges Lager von dunkelrothem Thoneisenstein, welches möglicherweise noch zur Keuperformation gehört; v. Voith im Neuen Jahrb. für Min. 1836, S. 520. Bei La Voulte im südwestlichen Frankreich umschliesst der Liaskalkstein ein 5 bis 6 Meter mächtiges Lager von dichtem und erdigem Rotheisenerz; *Dufrénoy, Mém. pour servir etc. I, p.* 238. Sehr reiche Lager von oolithischem Eisenerz kommen z. B. im Liassandstein der Gegend von Helmstädt, bei Sommerschenburg und Rottorf vor; ja bei Calefeld und Echte soll dieser Sandstein fast nur auf dergleichen Eisenerz beschränkt sein. Hoffmann, Uebers. der orogr. und geogn. Verh. vom NW. Deutschland, S. 447. Mächtige Flötze von Brauneisenerz finden sich nach Zeuschner in der Tatra, wo auch im Mietusia-Thale Nieren, sowie bei Koscielisko Trümer von Rotheisenerz im Kalksteine vorkommen. Sitzungsber. der Kais. Ak. zu Wien, B. 19, 1856, S. 141 ff.

§. 404. *Gliederung der Liasformation in England und Frankreich.*

In den meisten Gegenden, wo die Liasformation vollständig entwickelt is kann man für sie eine recht naturgemässe Eintheilung in drei Etagen geltei machen, welche sowohl durch petrographische, als auch durch paläontologisc Eigenschaften charakterisirt sind, obgleich ihre petrographische Bescha fenheit in verschiedenen Gegenden so abweichend sein kann, dass si nach ihr allein keine ganz allgemeine Charakteristik entwerfen lässt. Au zeigen sie eine verschiedene und sehr schwankende Mächtigkeit; dieselbe Etag welche hier mehre hundert Fuss mächtig ist, kann anderwärts zu so unbedei tenden Dimensionen herabsinken, dass sich ihre Selbständigkeit nur noch den eigenthümlichen organischen Ueberresten zu erkennen giebt. Wo die Foi mation nicht vollständig zur Ausbildung gelangt ist, da wird man nur zwe ja mitunter nur eine dieser Etagen nachzuweisen vermögen, ohne deshalb d Richtigkeit jener allgemeinen Eintheilung bezweifeln zu dürfen.

Für sehr viele Territorien stellt sich die Gliederung der Liasformation i der Weise heraus, dass die unterste Etage entweder von Sandsteinen ode von thonigen Gesteinen, die mittlere von Kalksteinen, und die oberste Eta von Mergelschiefern und Schieferthonen gebildet wird. In manchen Territorie ist die Reihenfolge der Gesteine eine andere, obgleich sich in der Hauptsach immer noch drei Etagen unterscheiden lassen, welche ihre besonderen organi schen Ueberreste umschliessen, während ihnen einige Formen gemeinschaftlic zukommen. Diese drei Etagen entsprechen im Allgemeinen recht wohl dene von Alcide d'Orbigny, lediglich nach den Fossilien bestimmten und unte den Namen Sinémurien, Liasien und Toarcien eingeführten Abtheilungen. Auc in England machten Conybeare und Phillips eine dreigliederige Eintheilung gel- tend*), obgleich W. Smith vier Glieder unterschieden hatte; wie denn auch später von den Geologen der englischen Landesaufnahme abermals vier Etagen zur Unterscheidung gebracht wurden. Da nun die Kenntniss der Liasformation von England ausgegangen ist, so wollen wir zuvörderst einen Blick auf ihre dortige Gliederung werfen.

Liasformation in England.

Von der Südküste, bei Lyme-Regis in Dorsetshire, lässt sich die Liasfor- mation in einem nur wenig unterbrochenen Zuge durch ganz England bis an die Nordostküste, bei Whitby in Yorkshire, verfolgen. In dieser letzteren Grafschaft sowie in Lincolnshire ist sie besonders vollständig entwickelt, weshalb die dor- tigen Territorien gewissermaassen den Normaltypus ihrer Ausbildung darstel- len**). Bis zum Jahre 1855 pflegte man nun von unten nach oben folgende vier Etagen zu unterscheiden.

1. *Lias limestone.* Diese besonders durch Kalkstein charakterisirte Etage wird

*) *Outlines of the Geol. of England and Wales*, 1822, p. 261.
**) *Phillips, Manual of Geology*, 1855, p. 285 ff.

in den genannten Gegenden durch eine mächtige Thon-Einlagerung in drei Stufen zerlegt:

a. Unterer Kalkstein; grau, dicht, dünnschichtig, 10 bis 20 Fuss mächtig, aber nur bis an den Humber zu verfolgen, nördlich von welchem er verschwindet; in den südlichen Grafschaften oft weiss, und dann als *white lias* aufgeführt.

b. Thon; 50 bis 100 F. mächtig, mit vielen Mergelnieren.

c. Oberer Kalkstein; blaulichgrau, braun verwitternd, roh und dick geschichtet, 12 bis 20 F. mächtig, vorzüglich ausgezeichnet durch die Menge von *Gryphaea arcuata*, deren Schalen oft das ganze Gestein zusammensetzen.

2. *Lower Lias clay or shale.* Dunkelfarbige Thone oder Schieferthone mit zahlreichen Lagern von Mergelnieren, nach unten zum Theil sandig, 300 bis 500 F. mächtig; reich an verschiedenen organischen Ueberresten.

3. *Marlstone.* Sehr sandiger Schieferthon und unreiner Kalkstein, nach oben mit vielen Nieren und Lagen von thonigem Sphärosiderit, 100 bis 150 F. mächtig und sehr reich an Fossilien.

4. *Upper Lias clay or shale.* Schieferthon und Mergelschiefer, meist sehr bituminös, zum Theil Alaunschiefer, 50 bis 200 F. mächtig, voll Nieren eines mergeligen Kalksteins, welche organische Ueberreste umschliessen, wie denn diese ganze Etage ausserordentlich fossilreich ist.

Seit dem Jahre 1856 ist man jedoch auch in England zu einer dreigliederigen Eintheilung zurückgekehrt, wie der von Murchison publicirte Index lehrt, in welchem nur *Lower Lias and limestone*, *Marlstone* und *Upper Lias* unterschieden werden. Eine ähnliche Gliederung lässt sich auch weiter südlich an vielen Puncten geltend machen, weshalb De la Beche bemerkte, dass die Beschreibung eines einzigen Profils fast ausreiche, um die Formation an allen Puncten ihres Vorkommens wieder zu erkennen *).

Freilich beruht diese Gliederung zunächst nur auf der petrographischen Verschiedenheit der verschiedenen Etagen, welcher auch eine gewisse Berechtigung gar nicht abgesprochen werden kann. Die paläontologischen Eigenthümlichkeiten der über einander liegenden Stufen des ganzen Gebäudes wurden bisher in England nicht so genau berücksichtigt, wie diess z. B. in Schwaben und in manchen Gegenden Frankreichs der Fall gewesen ist, obwohl es schon längst erkannt worden war, dass auch dort in verschiedenen Niveaus wesentlich verschiedene Fossilien vorwalten. In der neuesten Zeit haben auch die englischen Geologen der gesetzmässigen Vertheilung und Aufeinanderfolge der Liasfossilien ihre besondere Aufmerksamkeit zugewendet, und so ist z. B. Wright auf das Resultat gelangt, dass sich im unteren Lias Süd-Englands sechs Stufen unterscheiden lassen, welche besonders durch gewisse Ammoniten charakterisirt sind, und genau denselben Stufen entsprechen, wie sie Oppel im unteren Lias Schwabens festgestellt hat **).

Aus dem von Morris im Jahre 1854 herausgegebenen Kataloge der britischen Fossilien ergiebt sich, dass damals in der Liasformation Englands von Pflanzen 13 und von Thieren 451 Species bekannt waren; unter den letzteren befanden sich

7 Foraminiferen	7 Krinoiden
3 Korallen	2 Anneliden
5 Echiniden	8 Crustaceen
11 Stelleriden	22 Insecten

*) *Rep. on the Geology of Cornwall etc.* 1839, *p.* 222.

**) *The Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 16, 1860, *p.* 989 ff.

34 Brachiopoden	147 Cephalopoden
28 monomyare Conchiferen	110 Fische und
38 dimyare Conchiferen	21 Reptilien.
6 Gastropoden	

Ueber die Vertheilung der wichtigsten Leitfossilien in den verschiedenen Etagen werden wir weiter unten nach Oppels trefflichen Untersuchungen das Nöthigste mittheilen.

Liasformation in Frankreich.

In Frankreich gewinnt die Liasformation eine bedeutende Verbreitung; sie erstreckt sich mit wenigen Unterbrechungen fast rings um das Centralplateau Frankreichs, von Semur einerseits über Avallon, Nevers bis nach Niort, anderseits über Lyon nach Privas, Alais, Milhau u. s. w. Sie erscheint wieder am westlichen Abhange der französischen Alpen und des Jura, bei Belly, Nantua, Salins; ferner an beiden Seiten der Vogesen, und zieht sich von da über Luxemburg bis nach Mezières; endlich ist sie auch in der Normandie bei Bayeux, Valognes und an anderen Orten bekannt.

Alcide d'Orbigny gab, unter besonderer Berücksichtigung Frankreichs, folgende Schilderung der drei Etagen, in welche er die Liasformation überhaupt abtheilt*).

I. *Etage sinémurien;* deshalb so genannt, weil sie bei Semur (*Sinemurium*) im Dép. Côte d'Or vorzüglich schön und vollständig entwickelt ist. Ihre tiefste Stufe wird in vielen Gegenden, wie z. B. am westlichen Abhange der Vogesen, bei Luxemburg (hier in grosser Mächtigkeit), bei Valognes von gewöhnlichen Sandsteinen, in anderen Gegenden, wie z. B. bei Semur und Avallon, von ausgezeichneten Arkosen**) gebildet, über welchen sich erst die kalkigen und die thonigen Schichten einfinden. Die Mächtigkeit der ganzen Etage beträgt 100 bis 160 Meter, indem d'Orbigny alle Schichten bis zur oberen Gränze von *Gryphaea arcuata* hierher rechnet. Als besonders charakteristische Fossilien macht er unter anderen die folgenden namhaft:

Spirifer Walcotti	*Ammonites bisulcatus*
Rhynchonella variabilis	. . . . . *obtusus*
Gryphaea arcuata	. . . . . *stellaris*
Avicula Sinemuriensis	. . . . . *Conybeari*
Lima succincta	. . . . . *Kridion*
Unicardium cardioides	. . . . . *Scipionianus*
Cardinia concinna	. . . . . *raricostatus*
. . . . *hybrida*	. . . . . *Carusensis*
Panopaea striatula	. . . . . *angulatus.*
Belemnites acutus	

II. *Etage liasien.* Diese Etage findet sich in Frankreich nicht nur überall auf der vorhergehenden, sondern auch vielorts ohne dieselbe, wodurch die Ver-

*) *Cours élém. de Paléont. et de Géol. II,* 1852, *p.* 438—477. Graf d'Archiac hat für Frankreich dieselbe viergliederige Eintheilung der Formation adoptirt, welche wir so eben aus England kennen lernten; *Histoire des progrès de la Géol. t. VI,* 1856 und *t. VII,* 1857; wogegen sich Jules Marcou mit sehr triftigen Gründen erklärt.

**) Das von Jules Martin nachgewiesene Vorkommen der *Avicula contorta* und einiger Myophorien in der Arkose der Côte d'Or dürfte sehr für eine Vereinigung der Bonebedgruppe mit der Liasformation sprechen. *Bull. de la soc. géol. t.* 16, 1859, *p.* 592 ff.

schiedenheit der Submersions-Epochen verschiedener Landstriche dargethan wird. Sie beginnt gewöhnlich mit dunkelgrauen Thonen und Mergeln, welche den Kalkstein mit *Gryphaea arcuata* unmittelbar und völlig concordant überlagern; darüber folgen dann unreine gelbliche Kalksteine mit *Gryphaea cymbium, Ammonites spinatus* und *A. margaritatus.* Allein an anderen Orten ändert sich der petrographische Charakter der Etage; so besteht sie z. B. bei Niort und Thouars vorwaltend aus grobkörnigem Sandsteine und Arkose, bei Landes und Evrecy aus dichtem gelben Kalksteine, bei Bayeux aus schwarzen pyritreichen Mergeln. Ihre Mächtigkeit beträgt bei Semur ungefähr 150 Meter, wenn alle Schichten oberhalb der *Gryphaea arcuata* bis zur obersten Gränze von *Gryphaea cymbium* zu ihr gerechnet werden. Als vorzüglich charakteristische Fossilien hebt d'Orbigny hervor:

Pentacrinus subangularis	*Pholadomya ambigua*
. . . . . . *basaltiformis*	*Pleurotomaria expansa*
Terebratula numismalis	*Belemnites umbilicatus*
Rhynchonella rimosa	. . . . . *paxillosus*
Spirifer rostratus	*Ammonites spinatus*
Gryphaea cymbium	. . . . . *margaritatus*
Pecten liasinus	. . . . . *Henleyi*
. . . *aequivalvis*	. . . . . *pettos.*

III. *Etage toarcien.* Den Namen dieser Etage entlehnte d'Orbigny von der Stadt Thouars (*Toarcium*) im Dép. Deux-Sèvers, als einem der ausgezeichnetsten Puncte ihres Vorkommens. Ihre Verbreitung ist meist dieselbe wie die der vorausgehenden Etage, welcher sie stets gleichförmig aufliegt; stellenweise, wie z. B. im Dép. der Sarthe, erscheint sie auch ganz allein.

Ihre petrographische Beschaffenheit ist fast noch manchfaltiger, als die der mittleren Etage, indem sie oftmals nicht nur in einer und derselben Gegend einen Wechsel verschiedener Gesteine, sondern auch in verschiedenen Gegenden eine sehr abweichende Zusammensetzung erkennen lässt. Im nördlichen und centralen Frankreich sind thonige Gesteine vorwaltend, während in den französischen Alpen besonders Kalksteine und Mergelschiefer, im Calvados und in einigen anderen Départements graue und gelbliche, thonige Kalksteine auftreten. Die Mächtigkeit steigt in einigen Gegenden bis über 150 Meter. Als einige der am weitesten verbreiteten Fossilien führt d'Orbigny auf:

Thecocyathus mactra	*Ammonites serpentinus*
Pentacrinus Bollensis	. . . . . *bifrons*
Rhynchonella tetraëdra?	. . . . . *Comensis*
Posidonomya Bronnii	. . . . . *radians*
**Cardium subtruncatum*	. . . . . *undulatus*
**Astarte Voltzii*	. . . . . *mucronatus*
*. . . . *subtetragona*	. . . . . *crassus*
**Leda rostralis*	. . . . . *heterophyllus*
Pholadomya decorata	. . . . . *Mimatensis*
**Cerithium armatum*	. . . . . *sternalis*
**Turbo subduplicatus*	. . . . . *insignis*
*. . . *capitaneus*	. . . . . *Calypso.*
Belemnites digitalis	

Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass d'Orbigny gewisse Schichten noch mit der Liasformation vereinigte, welche von anderen Geologen schon als die erste Stufe der Doggerformation betrachtet werden; die mit einem * bezeichneten Species gehören diesen Schichten an.

Eine der vorzüglichsten Arbeiten über die jurassische Formationsgruppe des eigentlichen Jura, im Franche-Comté, ist unstreitig diejenige, welche Jules

Marcou in seinen *Recherches géologiques sur le Jura salinois* (1848) und neuerdings in seinen geistreichen *Lettres sur les roches du Jura* (1857) veröffentlicht hat. Während er für die Liasformation eine dreigliederige Eintheilung zu Grund legt, unterscheidet er in jeder Etage verschiedene Stufen, welche durch ihr petrographischen und paläontologischen Eigenschaften sehr wohl charakterisirt sind, und sich mehr oder weniger denen in Schwaben aufgestellten Stufen vergleichen lassen. Wir glauben daher einen kurzen Abriss dieser wichtigen Arbeit, soweit sie die Liasformation betrifft, hier einschalten zu müssen.

Liasformation im Franche-Comté, nach Marcou.

I. Unterer Lias.

1. Schichten von Schambelen; benannt nach dem Dorfe Schambelen, unweit Baden im Canton Aargau, finden sich dieselben Schichten auch sehr ausgezeichnet bei Salins und an anderen Orten. Gelblichgrauer, etwas sandiger, durch Eisenoxyd gefleckter Kalkstein, 1,5 Meter mächtig, mit

Cardinia concinna Ag.	*Ammonites planorbis Sow.* und
. . . . *securiformis Ag.*	. . . . . *angulatus Schl.*
Lima gigantea Sow.	

als charakteristischen Fossilien.

2. Kalkstein von Blégny; nach dem Dorfe Blégny bei Salins benannt, wo er in vielen Steinbrüchen aufgeschlossen ist. Ein schwärzlichblauer, dichter, etwas mergeliger Kalkstein, dessen Schichten durch Zwischenlagen eines schieferigen Mergels abgesondert und von zahlreichen Klüften durchschnitten werden; Mächtigkeit 4,5 Meter. Als Leitfossilien führt Marcou die folgenden Species auf

Pentacrinus tuberculatus Mill.	*Pecten textorius Schl.*
Terebratula indentata Sow.	*Gryphaea arcuata Lam.*
. . . . . . *cornuta Sow.*	*Chemnitzia globosa Orb.*
Spirifer Münsteri Dav.	*Pleurotomaria anglica Defr.*
. . . . *rostratus Schl.*	. . . . *Marcousana Orb.*
. . . . *Walcotti Sow.*	*Ammonites kridion Hehl*
Pleuromya crassa Ag.	. . . . . *Bucklandi Sow.*
. . . . . *striatula Ag.*	. . . . . *Conybeari Sow.*
Lima punctata Sow.	*Nautilus striatus Sow.*
Pinna Hartmanni Ziet.	*Belemnites acutus Mill.*

Die oberste Schicht enthält eine grosse Menge von Ueberresten des *Pentacrinus tuberculatus* sowie die ersten Exemplare von *Belemnites acutus.*

3. Mergel von Balingen; nach Balingen in Württemberg benannt, wo sie allerdings am besten entwickelt sind, während im Jura des Franche-Comté die Schlucht von Pinperdu bei Salins eine typische Localität liefert. Blaulichgraue, feinerdige, etwas schieferige Mergel, und rauchgraue oder blauliche, dichte Kalksteine bilden dort in regelmässiger Wechsellagerung ein 10,5 Meter mächtiges Schichtensystem. Unter den Leitfossilien befinden sich

Pentacrinus scalaris Goldf.	*Ammonites obtusus Sow.*
Rhynchonella variabilis Schl.	. . . . . *oxynotus Quenst.*
Terebratula numismalis Lam.	. . . . . *bifer Quenst.*
Gryphaea obliqua Sow.	. . . . . *raricostatus Ziet.*
Belemnites acutus Mill.	. . . . . *planicosta Sow.*
. . . . . *clavatus Orb.*	

und mehre andere, welche sonst nur in höheren Schichten vorzukommen pflegen.

II. Mittler Lias.

4. **Schwäbische Mergel**; deshalb so genannt, weil sie in Schwaben ausserordentlich mächtig und reich an Fossilien sind; im Franche-Comté ist die Schlucht von Pinperdu besonders lehrreich.

Die unteren Schichten bestehen dort aus einem bläulichen, gelb verwitternden mergeligen Kalksteine, mit Zwischenlagen von sehr eisenschüssigem Thone; sie sind nur ein Meter mächtig, aber reich an Belemniten, namentlich an *Belemnites acutus*, *B. umbilicatus* und *B. compressus*, neben welchen noch *Ammonites Davoei* und *A. fimbriatus* als Leitfossilien aufgeführt werden.

Die oberen, bis 12 Meter mächtigen Schichten erscheinen als graue Mergelschiefer mit kleinen Nieren von Kalkstein oder Eisenstein, und führen, ausser den drei so eben genannten Belemniten, auch *Ammonites margaritatus* als eine sehr charakteristische Form.

5. **Mergel von Cernans**. Diese bei Cernans unweit Salins und an mehr als hundert anderen Puncten anstehenden Schichten bestehen aus einer 6 Meter mächtigen Wechsellagerung von grauen, sandig-glimmerigen Mergeln und mergeligen Kalksteinen; als Leitfossilien erwähnt Marcou:

Pholadomya foliacea Ag.	*Plicatula spinosa* Sow.
Lima Hermanni Goldf.	*Belemnites paxillosus* Schl.
Pecten aequivalvis Sow.	*Ammonites spinatus* Brug.

III. Oberer Lias.

6. **Schiefer von Boll**. Obgleich diese Stufe bei Boll in Württemberg ihre hauptsächliche Entwickelung gefunden hat, so ist sie doch auch im Franche-Comté an vielen Orten entblöst, und wird dort, wie in Schwaben, ganz besonders durch *Posidonomya Bronni* charakterisirt; ihre Mächtigkeit ist gering, und beträgt meist nur 2 Meter.

7. **Mergel von Pinperdu**; nach der gleichnamigen Schlucht bei Salins benannt. Blaulichgraue, glimmerreiche, unvollkommen schieferige Mergel, 15 Meter mächtig; als Leitfossilien finden sich unter anderen:

in den unteren Schichten:

Pecten paradoxus Münst.	*Ammonites Raquinianus* Orb.
Belemnites digitalis Schl.	..... *serpentinus* Schl.
Ammonites mucronatus Orb.	..... *discoides* Ziet.

in den mittleren Schichten:

Belemnites unisulcatus Blainv.	*Ammonites Thouarsensis* Orb.
Ammonites Germaini Orb.	..... *Calypso* Orb.
..... *sternalis* Buch	..... *radians* Schl.

in den oberen Schichten:

Cyathophyllum mactra Goldf.	*Ammonites jurensis* Ziet.
Turbo Sedgwicki Orb.	..... *insignis* Schübl.

8. **Mergel von Aresche**; nach einem Dorfe bei Salins benannt. Graue, sandige und glimmerige Mergel mit Zwischenlagen eines sandigen Kalksteins; 8 Meter mächtig, mit *Ammonites Aalensis*, *A. bifrons*, *A. opalinus* und anderen Leitfossilien, welche diese Stufe zum Theil schon in die braune Juraformation verweisen dürften.

§. 404 a. *Liasformation in Württemberg, nach Quenstedt.*

Obgleich die Liasformation in Württemberg nur eine Mächtigkeit von 300 Fuss erlangt, so zeigt sie doch daselbst eine sehr wohl geordnete Gliederung, deren genaue Kenntniss man den unermüdlichen und gründlichen Forschungen

Quenstedts verdankt. Wenn nun auch Quenstedt drei Etagen, und innerhalb jeder Etage zwei Stufen, sowie innerhalb einiger dieser Stufen wiederum mehr kleinere Glieder unterscheidet, so deutet doch er selbst darauf hin, dass solche Gliederung eben nur für Schwaben ihre volle Giltigkeit hat, dass man schon in Franken nicht mehr im Stande ist, Schicht für Schicht genau nachzuweisen*), und dass man sich in noch ferneren Gegenden schon damit begnügen muss, die sechs Stufen, ja wohl nur die drei Haupt-Etagen nachweisen zu können.

Ueber das schwäbische Territorium der Liasformation hat uns Quenstedt schon früher in seinem vortrefflichen Buche, das Flötzgebirge Württembergs, 1843, neuerdings aber noch ausführlicher in seinem classischen Werke, der Jura, 1858, so vollständige Aufschlüsse gegeben, wie sie kaum aus irgend einem anderen Gebiete der Formation vorliegen dürften. Durch die Arbeiten Quenstedts, sagt v. Strombeck, ist die Kenntniss der Juraformation Württembergs zu einem Höhengrade gediehen, dessen sich kein anderes Land erfreut; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. V, S. 81. In gleichem Sinne erklärt Casimir Moesch, Quenstedt habe sich durch die Feststellung der Cardinalpuncte ein Verdienst erworben, welches seinen Namen von dem Namen Jura unzertrennlich mache. Neue Denkschr. der allg. Schweizer Ges. für die ges. Naturw. B. XV, S. 21. Den Werken Quenstedts stellt sich würdig zur Seite die ausgezeichnete Arbeit von Albert Oppel: über die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands (1856—1858), in welcher die Gliederung der ganzen Formationsgruppe nach paläontologischen Kriterien mit grosser Sorgfalt und Umsicht für die genannten Länder durchgeführt wird.

Obgleich sich Graf d'Archiac, in seiner *Histoire des progrès de la Géologie, t. VII, p.* 413 ff., nicht besonders günstig über Quenstedts und Oppels Bestrebungen ausspricht, so dürften solche dennoch die wichtigsten Grundlagen für das Studium der jurassischen Formationsgruppe geliefert haben**). Nur darf man den paläontologisch fixirten Unterabtheilungen der grossen Haupt-Etagen nicht eine zu allgemeine und gleichsam für die ganze Erdoberfläche giltige Bedeutung zuerkennen wollen, weil es kaum denkbar ist, dass gleichzeitig rings um den Erdball genau dieselben Gattungen und Arten gelebt haben, und also auch successiv überall genau dieselbe Reihenfolge der Arten zur Entwickelung gelangt sei***). Solche Verhältnisse werden immer nur innerhalb gewisser, bald grösserer bald kleinerer Bildungsräume Statt gefunden haben, für welche denn die genaue Erforschung und Feststellung derselben eine sehr wichtige Aufgabe bildet, deren Lösung man dankbar anerkennen muss, ohne deshalb ihre Resultate auf alle Bildungsräume derselben Formation auszudehnen. Man vergleiche die Bemerkungen von Jules Marcou in seinen *Lettres sur les roches du Jura, p.* 74 ff., sowie die sehr be-

*) Dass sich jedoch in Franken die allgemeine Gliederung in drei Etagen und sechs Stufen noch recht wohl durchführen lässt, diess hat Pfaff gezeigt, im Neuen Jahrb. für Min. 1857, S. 1 ff. Auch hat Schrüfer in seiner Dissertation über die Juraformation in Franken (1861) eine ähnliche Gliederung durchgeführt.

**) Wie diess auch für Oppels Werk im *Bull. de la soc. géol.* [2] *t.* 15, *p.* 657 vollkommen anerkannt wird.

***) Sehr richtig stellte Boué die Fragen auf: *Devons nous croire, que par toute la terre on retrouvera ces divers horizons liasiques et jurassiques par les fossiles? Est-ce que la nature du sol, la profondeur des mers, la différence des dépôts en voie de formation, la direction des courants etc., est-ce que toutes ces circonstances, dis-je, ne peuvent pas amener des mélanges? Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 12, 1855, *p.* 698.

achtenswerthen Bedenken, welche Quenstedt selbst in seinem Rückblicke auf den Lias (der Jura, S. 293—301) aufgestellt hat.

I. Unterer Lias in Schwaben. (*Etage sinémurien.*)

Diese untere Etage ist am meisten gegliedert, erreicht in Württemberg eine Mächtigkeit von 100 Fuss und darüber, und zerfällt nach Quenstedt in zwei Hauptstufen, welche er unter den griechischen Buchstaben *α* und *β* einführt.

1. Lias *α*. Diese Stufe greift weit über den Keuper zurück*), und besteht hauptsächlich aus Sandstein, Kalkstein und Thon. Quenstedt unterscheidet von unten nach oben drei Glieder, nämlich die Psilonotenbank, die Angulatus-Schichten und die Arietenbank.

a. Psilonotenbank und nächstfolgende Schichten. Sie beginnt mit einer 1 bis 2 Fuss mächtigen Schicht eines bituminösen, mergeligen Kalksteins, welche besonders sehr reich an *Ammonites psilonotus* (= *A. planorbis Sow.*) ist; darüber folgt, 4 bis 6 Fuss mächtig, dunkelgrauer Thon, mit eingelagerten sehr dünnen Sandsteinschichten und einer Lage von Tutenkalk; hierauf liegen wieder dunkelfarbige, thonige Kalksteinbänke, reich an Cardinien und anderen Muscheln; den Schluss bilden rauhe, harte, fast ganz aus Muscheltrümmern bestehende Kalksteine. Diese ganze Abtheilung ist bei Tübingen etwa 20 Fuss mächtig. Als besonders charakteristische Fossilien sind zu nennen:

Ammonites psilonotus Quenst. (= *A. planorbis Sow.*)
. . . . . *angulatus Schl.*
Cardinia Listeri Ag. (= *Thalassites depressus Ziet.*)
Unicardium cardioides Orb. (= *Corbula cardioides Phill.*)
Ostrea irregularis Münst.
Lima punctata Sow. (= *Plagiostoma punctatum Ziet.*)

Mit Ausnahme des *Ammonites psilonotus*, sagt Quenstedt, ist vielleicht keine einzige Species dem Schichtencomplex eigenthümlich, indem sie alle höher aufwärts wiederkehren.

b. Angulatus-Schichten oder Malmstein. Das mächtigste und ausgezeichnetste Glied des Lias *α*; wesentlich ein weicher, als Baustein sehr brauchbarer Sandstein, von welchem Quenstedt glaubt, dass er durch Auslaugung sandiger Kalksteine entstanden sei**); 15 bis 20 Fuss mächtig, und vorzüglich ausgezeichnet durch viele Cardinien, durch *Ammonites angulatus* und *Pleurotomaria polita*. Ueber ihm liegen sehr weiche, thonige und unbrauchbare Sand-

*) Ein ähnliches Zurückgreifen über den Keuper zeigt auch nicht selten die ganze Liasformation, im Vergleich zu der auf sie folgenden Juraformation; z. B. im teutschen Jura, von welchem Leopold v. Buch so treffend sagte, dass ihm die Liasformation meist wie ein Teppich untergebreitet sei; ebenso in England, wo die Juraformation von Gloucester aus nach Norden hin mit einer auffallenden Terrainstufe über das flache Liasland aufsteigt.

**) Ueber diesen Auslaugungsprocess durch kohlensaure Sickerwasser und über die Bedingungen und Wirkungen desselben gab Deffner sehr gute Bemerkungen in seiner Abhandlung über die Lagerungs-Verhältnisse zwischen Schönbuch und Schurwald; Württemb. naturw. Jahreshefte, 17, 1861, S. 200 ff.

steine mit *Turritella nucleata*, *Gryphaea arcuata* und anderen Fossilien, ur
endlich Thone*). Unter den organischen Ueberresten sind vorzüglich wichtig

Ammonites angulatus Schl.
Chemnitzia Zinkeni Orb. (= *Melania Zinkeni* Dunk.)
Actaeonina fragilis Orb. (= *Tornatella fragilis* Dunk.)
Pleurotomaria polita Goldf. (= *Pl. rotellaeformis* Dunk.)
Lima succincta Schl. (= *L. Hermanni* Goldf.)
. . . *gigantea* Desh. (= *Plagiostoma giganteum* Sow.)
Cardinia concinna Ag. (= *Thalassites concinnus*)
. . . . *crassissima* Ag. (= *Thalassites crassissimus*)

c. Arietenkalk. Dunkelfarbiger Kalkstein, 10 Fuss und darüb
mächtig, oft ganz erfüllt mit *Gryphaea arcuata* und mit schönen, z. Th. riesen
grossen Ammoniten aus der Familie der Arieten, welche in diesem Gliede de
Formation ihre recht eigentliche Heimath haben. Den Schluss bildet das erst
Pentakrinitenlager, welches fast nur aus Stielgliedern des *Pentacrinu*
tuberculatus besteht, und von grauen, gefleckten Mergeln, stellenweise auc
von sehr bituminösen und ölreichen Brandschiefern bedeckt wird. Von de
zahlreichen Fossilien sind besonders wichtig:

Ammonites Bucklandi Sow.
. . . . . *rotiformis* Sow.
. . . . . *Conybeari* Sow.
. . . . . *bisulcatus* Brug.
. . . . . *Sinemuriensis* Orb.
. . . . . *spiratissimus* Quenst.
. . . . . *Gmündensis* Oppel
Nautilus aratus Schl.
Belemnites acutus Mill.
Gryphaea arcuata Lam.

Lima gigantea Sow.
Pecten textorius Schl.
Avicula inaequivalvis Sow.
Pinna Hartmanni Ziet.
Pholadomya glabra Ag.
Rhynchonella variabilis Schl.
Terebratula Rehmanni Buch
Spirifer tumidus Buch
. . . . *Walcotti* Sow.
Pentacrinus tuberculatus Mill.

Auch braune, verkalkte Hölzer von Coniferen kommen nicht selten im Arieten-
kalke vor; die ölreichen Brandschiefer aber enthalten manche eigenthümliche
Formen, welche Quenstedt meist unter dem specifischen Namen *olifex* einführt,
darunter sehr häufig die zarten haarförmigen Stacheln von *Cidaris olifex*.

2. Lias *β*. Auf die Mergel oder die Brandschiefer, welche das Dach des
Arietenkalkes bilden, folgt eine 80 bis 100 Fuss mächtige Ablagerung von dun-
kelgrauem Schieferletten, welche nach unten und hoch hinauf in der Reg.
gar keine Fossilien enthält; erst im oberen Drittel finden sich, obgleich nicht
überall, einige dunkelfarbige Kalksteinbänke ein, welche unter anderen

Ammonites obtusus Sow.
. . . . . *stellaris* Sow.
. . . . . *ziphus* Ziet.

Cardinia hybrida Ag.
Pholadomya Fraasii Oppel
Terebratula vicinalis Schl.

enthalten und den Fossilien-Reichthum eröffnen, welcher sich erst in den über
ihnen liegenden Thonen und Schieferletten (den Oxynotus-Thonen) recht

*) Nach Andler zeigt die, gewöhnlich nur 40 Fuss mächtige Zone der Angulatus-
Schichten selbst in geringen Entfernungen eine verschiedene petrographische Beschaffen-
heit, indem sie hier von sandigen Kalksteinen und Sandsteinen, dort von dunklen Thonen
mit eingelagerten Kalksteinen gebildet wird. Neues Jahrb. für Min. 1858, S. 641.

eigentlich entfaltet. Die Conchylien dieser obersten, fossilreichen Thonschichten sind sehr häufig verkiest oder doch wenigstens mit einem Ueberzuge von Pyrit versehen; zu den wichtigeren Formen gehören:

Belemnites acutus Mill.	*Gryphaea obliqua* Goldf.
Ammonites oxynotus Quenst.	*Avicula papyracea* Murch.
. . . . . *bifer* Quenst.	. . . . *sinemuriensis* Orb.
. . . . . *muticus* Orb.	*Rhynchonella oxynoti* Quenst.
. . . . . *densinodus* Quenst.	*Pentacrinus scalaris* Goldf.
. . . . . *raricostatus* Ziet.	*Serpula raricostata.*

II. Mittlerer Lias in Schwaben. (*Etage liasien.*)

Diese Etage zerfällt nach Quenstedt in zwei Stufen γ und δ.

3. Lias γ. Diese Stufe beginnt oft mit einigen harten Kalksteinbänken voll *Spirifer verrucosus* und *Terebratula curviceps*, besteht aber wesentlich nach unten aus aschgrauen, durch zersetzte Pyritknollen oft rothfleckigen Kalkmergeln mit *Terebratula numismalis* und *rimosa*, *Pentacrinus basaltiformis* und *subangularis* nebst Belemniten, nach oben aus dunkel gefleckten, sehr homogenen Kalksteinen mit *Ammonites Davoei*, *Am. lineatus* und *Am. striatus*. Obgleich nur etwa 50 Fuss mächtig bildet diese Abtheilung doch eine der wichtigen Terrassen der schwäbischen Liasformation. Als wichtige Fossilien sind besonders folgende zu nennen:

Ammonites ibex Quenst.	*Belemnites clavatus* Schl.
. . . . . *lynx* Orb.	*Pleurotomaria expansa* Orb.
. . . . . *Loscombi* Sow.	*Turbo heliciformis* Ziet.
. . . . . *capricornus* Schl.	*Pholadomya decorata* Hartm.
. . . . . *natrix* Ziet. = *brevispina* Sow.	*Cypricardia cucullata* Orb.
. . . . . *latecosta* Sow.	*Plicatula spinosa* Sow.
. . . . . *Jamesoni* Sow.	*Pecten priscus* Schl.
. . . . . *Bronni* Röm.	*Gryphaea cymbium* Lam.
. . . . . *hybridus* Orb. = *polymorphus* Q.	*Spirifer verrucosus* Buch
. . . . . *Valdani* Orb. = *bipunctatus* Rö.	*Terebratula numismalis* Lam.
. . . . . *Davoei* Sow.	. . . . . . *curviceps* Quenst.
. . . . . *lineatus* Schl. = *fimbriatus* Sow.	*Rhynchonella rimosa* Buch
. . . . . *striatus* Rein. = *Henleyi* Sow.	. . . . *variabilis* Schl.
. . . . . *Taylori* Sow.	. . . . *furcillata* Buch
. . . . . *pettos* Quenst.	*Pentacrinus basaltiformis* *) Mill.
Belemnites elongatus Mill.	. . . . . . *subangularis* Mill.

4. Lias δ. An die vorige Abtheilung auf das Engste sich anschliessend folgen die dunkelfarbigen fetten Thone, welche Quenstedt, wegen ihres Reichthums an *Ammonites amaltheus* (oder *margaritatus*), Amaltheenthone nennt; ihre Mächtigkeit beträgt 20 bis 30 Fuss. Knollen von Pyrit und Nieren von Thoneisenstein kommen häufig vor; auch die Fossilien sind grossentheils verkiest, was namentlich von den Ammoniten gilt, während die zahlreichen Belemniten wie gewöhnlich aus Faserkalk bestehen. In der Mitte der Thone ist die

*) Fraas hat bewiesen, dass die zu dieser Species gehörigen Formen fast in allen Etagen der jurassischen Formationsgruppe vorkommen; auch gab er die ersten Bilder vollständiger Exemplare mit dem Kelche. Württemb. naturhist. Jahreshefte, 14, 1858, S. 814 f.

kleine *Cypris amalthei* sehr häufig; nach oben aber folgen einige, durch gr
Letten getrennte Bänke eines harten, grauen, aber gelb verwitternden Kal
steins mit *Ammonites costatus*, *Terebratula quinqueplicata* und anderen Fos
lien. Als vorzüglich charakteristische Formen erwähnt Quenstedt:

Ammonites amaltheus Schl. = *margaritatus* Montf.
in zahlreichen Varietäten;
. . . . . *costatus* Schl. = *spinatus* Brug.
. . . . . *lineatus* Schl. = *fimbriatus* Sow.
. . . . . *Zetes* Orb.
. . . . . *globosus* Ziet.
Belemnites clavatus Schl.
. . . . . *compressus* Stahl
. . . . . *lagenaeformis* Ziet.
. . . . . *paxillosus* Schl.
. . . . . *breviformis* Ziet.
Pleurotomaria anglica? Sow. = *Pl. amalthei* Q.
. . . . . . *expansa* Orb.
Turbo paludinaeformis Ziet.
Pecten aequivalvis Sow.
. . . *strionatis* Quenst.
Limea acuticosta Goldf.
Plicatula spinosa Sow.
Nucula (*Leda*) *complanata* Gol
. . . . *subovalis* Goldf.
Spirifer rostratus Schl.
Terebratula Heyseana Dunk.
Rhynchonella amalthei Quenst.
. . . . *quinqueplicata* Zie
. . . . *acuta* Sow.
Pentacrinus basaltiformis Mill.
Cypris amalthei Quenst.

III. Oberer Lias. (*Etage toarcien.*)

Obgleich der obere Lias in Württemberg durchschnittlich nur 30 Fu
mächtig ist, so zerfällt er doch nach Quenstedt in zwei verschiedene *Stufen*
und ζ. Er beginnt mit bituminösem Mergelschiefer, dem sogenannten
Fleins, und endigt mit den, nach *Ammonites jurensis* benannten Jurensis-Mer-
geln, welche vielorts durch die dunkeln Thone mit *Ammonites torulosus* der Dog-
gerformation so scharf begränzt werden, dass man die Scheidelinie mit der Hand
bedecken kann.

5. Lias ε. Feinblätterige und höchst bituminöse Mergelschiefer, reic
an Pyrit, welcher bald nur fein eingesprengt, bald in Knollen concentrirt ist,
und durch seine Zersetzung die Bildung kleiner Gypskrystalle, wohl auch die
Schwefelquellen bedingt, welche längs dem Fusse der schwäbischen Alp her-
vorbrechen. Die Conchylien sind gewöhnlich sehr flach gedrückt, und haben
meist nur eine papierdünne Schale hinterlassen.

Die unteren, 3 bis 6 Fuss mächtigen Schichten sind reich an *Sphaerococ-
cites granulatus*, *Belemnites paxillosus*, *Plicatula spinosa* u. s. w.; die mittle-
ren, 10 bis 20 Fuss mächtigen Schichten sind ganz besonders bituminös und
ausserordentlich dünnschieferig, daher spaltbar in grosse Platten, bleichen sich
grau, und werden zäh und pelzig wie Papptafeln; ihre Einförmigkeit wird nur
durch ein paar eingeschaltete Stinksteinschichten unterbrochen. Sie sind reich
an Posidonomyen, an *Discina papyracea*, *Inoceramus dubius*, *Ammonites commu-
nis*, *Pentacrinus subangularis* *), an Fisch- und Saurier-Resten. Die obere Ab-

*) Prachtvolle Exemplare dieses Pentakriniten aus dem Fleins bei Reutlingen erwähnt
Quenstedt; auf Stielen von 40 Fuss Länge sitzen Kronen von 3 F. Durchmesser. Neues
Jahrb. für Min. 1861, S. 178.

theilung ist mehr ein grauer, milder Schieferthon mit Belemniten, *Pecten incrustatus*, *Ammonites heterophyllus*, *A. bifrons*, *Chondrites Bollensis* *).

Ausser den Ueberresten von Sauriern (*Teleosaurus*, *Ichthyosaurus* u. a.) sowie von Fischen (*Lepidotus*, *Dapedius*, *Ptycholepis*, *Pholidophorus*, *Pachycormus*, *Leptolepis* u. a.) und dem Krebse *Eryon Hartmanni*, erlangen besonders folgende thierische Fossilien eine grosse Wichtigkeit:

Loliginites Schübleri Quenst.	*Belemnites acuarius* Schl.
. . . . . *Bollensis* Ziet.	. . . . . *digitalis* Blainv.
Ammonites Lythensis Young	. . . . . *tripartitus* Schl.
. . . . . *serpentinus* Rein.	. . . . . *incurvatus* Ziet.
. . . . . *capellinus* Schl.	*Posidonomya Bronni* Voltz
. . . . . *bifrons* Brug.	*Inoceramus dubius* Sow.
. . . . . *communis* Sow.	*Avicula substriata* Ziet.
. . . . . *crassus* Phill.	*Pecten incrustatus* Defr.
. . . . . *Bollensis* Ziet.	*Discina papyracea* Münst.
. . . . . *heterophyllus* Sow.	*Cidaris crinifera* Quenst.
. . . . . *cornucopiae* Young	*Pentacrinus Quenstedti* Oppel
Aptychus sanguinolarius Schl.	. . . . . . *Bollensis* Schl.
Belemnites paxillosus Schl.	. . . . . . *subangularis* Mill.

von Pflanzenresten aber finden sich häufig:

Sphaerococcites granulatus	*Araucaria peregrina*
Chondrites Bollensis	Hölzer, verkohlt und verkieselt.

Auffallend ist die grosse Armuth an Brachiopoden, welche in Württemberg für den oberen Lias fast bezeichnend genannt werden kann **), sowie der fast gänzliche Mangel an Gastropoden. Der ausserordentliche Reichthum an Bitumen und Oel, welcher die Schiefer charakterisirt, rührt wohl jedenfalls von der Zersetzung der thierischen Körper her, deren Ueberreste in so erstaunlicher Menge angehäuft sind.

6. **Lias ζ**; Jurensis-Mergel. Licht aschgraue Mergelkalksteine mit Zwischenlagen von Schieferthon oder thonigen Mergeln bilden diese, meist nur einige Fuss mächtige Stufe, welche in Württemberg ganz entschieden den oberen Gränzstein der Liasformation bezeichnet. Als die wichtigsten Leitfossilien erscheinen:

Ammonites jurensis Ziet.	*Belemnites longisulcatus* Voltz
. . . . . *hircinus* Schl.	. . . . . *tricanaliculatus* Ziet.
. . . . . *insignis* Schübl.	. . . . . *exilis* Orb.
. . . . . *radians* Rein.	*Nucula jurensis* Quenst.
. . . . . *Aalensis* Ziet.	*Pentacrinus jurensis* Quenst.
. . . . . *discoides* Ziet.	*Thecocyathus tintinnabulum* Goldf.
Nautilus jurensis Quenst.	*Diastopora liasica* Quenst.

Mit **diesen** Schichten, sagt Quenstedt, hat man die schneidende Gränze des Lias erreicht, und findet nirgends einen solchen unverkennbaren Abschnitt wieder. Hier muss in Schwaben ein Ruhepunct gemacht werden, von welchem aus wir das

*) Diese aus bituminösen feinen Schiefern bestehende Stufe, welche sich in so vielen Ländern mit ähnlichen Eigenschaften wiederholt, wurde von v. Strombeck als eine Uferbildung gedeutet (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, 96); wogegen Deffner geneigt ist, sie für die Bildung einer freien Meeres-Region zu erklären, welche vielleicht dem jetzigen Sargassomeer analog beschaffen war (Württemb. naturwiss. Jahreshefte, XVII, 1861, 184).

**) Während neuerdings bei Ilminster in Somersetshire und bei Caen in der Normandie eine ziemliche Anzahl von Terebrateln, Thecidien, Rhynchonellen und Leptänen nachgewiesen worden ist.

Vorhergegangene leicht überblicken und das Kommende am besten abgränzen kö nen. Wollte ich nur noch Etwas vom Braunen Jura hineinziehen, so würde ich unser Land den Vortheil einer festen Marke gänzlich aufgeben müssen, denn diesem scharfen Sinne kehrt im ganzen Braunen Jura keine wieder. Gerade du seine strenge Abgeschlossenheit thut es der Lias allen anderen Schichtenbildung zuvor. Je mehr man ihn durchforscht und je öfter man die Frage überlegt, de sicherer schliesst sich auch unser Urtheil ab: bis hierher und nicht weiter. I Jura, S. 276.

Quenstedts Arbeiten haben auch bereits ausserhalb Schwaben ihre Ane kennung gefunden und ihre Früchte getragen. Nachdem schon früher Ad. R mer in seinem Werke: die Versteinerungen des norddeutschen Oolithgebirg (1836), eine Uebersicht der Formation im nordwestlichen Teutschland gegeb hatte, zeigte v. Strombeck für das Herzogthum Braunschweig und die angrä zenden Gegenden, dass dort die Liasformation fast mit allen von Quenste aufgestellten Stufen vorhanden ist; Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. I S. 54 ff. und B. V, S. 81 ff. Dasselbe wurde später von F. Römer für die G genden der Weserkette nachgewiesen; ibidem, B. IX, S. 581 ff. Pfaff erkann (Neues Jahrb. für Min. 1857, S. 1 ff.), dass sich auch in Franken die allgemei Gliederung in drei Etagen und sechs Stufen recht wohl durchführen lasse; w denn auch ganz kürzlich von Schrüfer in seiner lehrreichen Dissertation üb die Juraformation in Franken (1861) bestätigt worden ist, welche von S. 9 b 42 eine sehr vollständige und dem neuesten Standpuncte der Wissenschaft ent sprechende Darstellung der dortigen Liasformation enthält. Wir können es un nicht versagen, aus dieser Schrift folgende Vergleichung des fränkischen Lia mit den schwäbischen und nordteutschen Liasbildungen hier einzuschalten.

»Vergleicht man den fränkischen Lias nach seinen einzelnen Etagen mi den gleichzeitigen Ablagerungen der angränzenden Juragebiete, dem norddeut schen Lias, der offenbar mit dem fränkischen früher zusammenhing, und d schwäbischen, so zeigt die untere Etage sehr grosse Aehnlichkeit mit den unteren schwarzen Jura von Braunschweig und Gotha, während sie gegenüber den schwäbischen ganz verkümmert erscheint. So fehlt gleich die Schicht des ältesten Jura-Ammoniten, die Zone des *Ammonites planorbis**), der in Schwaben einen sehr guten Horizont bildet. Die schwäbischen Angulatensandsteine und Arietenkalke sind zwar in Franken repräsentirt, stehen aber in ihrer Entwickelung sehr zurück. Die höheren Horizonte mit den trefflich leitenden *Pentacrinus tuberculatus, Ammonites obtusus, A. oxynotus* und *raricostatus* fehlen gänzlich, u scheinen nur in einem versteinerungsleeren Schieferthon ihr Aequivalent zu finden. Um so ähnlicher ist dagegen der untere Lias Frankens jenem von Braunschweig und Gotha, wenigstens petrographisch.«

»Der mittlere Lias nähert sich wieder mehr dem schwäbischen. Gleich mächtig entwickelt lässt er sich fast in eben so viele Schichten abtrennen, wie jener. *Ammonites Jamesoni*, welcher den untersten Horizont dieser Etage in Schwaben markirt, wurde in Franken noch nicht gefunden; die höheren Horizonte mit Am.

*) So ist es nämlich in Franken; dass jedoch in Braunschweig dieser Ammonit nicht fehlt, diess folgt aus v. Strombecks Angaben, und aus einer Bemerkung von Deffner und Fraas, dass dort wie bei Coburg die starkrippige Varietät des *A. psilonotus* irrigerweise als *A. raricostatus* aufgeführt worden ist. Neues Jahrb. für Min. 1859, S. 15.

ibex und *Davoei* sind vorhanden. Die darüber folgenden Amaltheenthone sind nicht nur gleich mächtig entwickelt, sondern es steht auch ihre Fauna der schwäbischen an Reichthum und guter Erhaltung nicht nach. In Schwaben ist jedoch die untere Schicht mit *Am. margaritatus* das Hauptlager der schönen Schnecken und Muscheln, die Schicht mit *Am. costatus* aber nur auf einige Kalkmergelbänke reducirt, wogegen in Franken besonders diese letztere sehr mächtig entwickelt ist, und die ganze Fauna der schwäbischen Margaritatus-Schicht birgt.«

»Dem oberen Lias fehlen die Fucoidenschiefer, mit welchen die Posidonomyen-Schiefer Schwabens beginnen; die mittleren Schiefer entsprechen den Brandschiefern und der Saurierschicht bis zur Kalksteinplatte mit *Avicula substriata;* die obersten Schiefer aber den Schichten mit *Pecten incrustatus.* Das letzte Glied des Lias endlich ist in Franken wie in Schwaben durch *Am. jurensis* bezeichnet; die fränkische Jurensis-Schicht unterscheidet sich jedoch von der schwäbischen durch das häufigere Auftreten des *Am. Aalensis.*«

§. 105. *Vergleichende Uebersicht der Liasformation in Schwaben, England und Frankreich, nach Fraas.*

In dem schwäbischen Territorio haben wir einen sehr vollständigen und wohl charakterisirten Normaltypus der Liasformation kennen gelernt. Da es nun der Raum verbietet, anderweite Territorien derselben in gleicher Ausführlichkeit zur Darstellung zu bringen, so dürfte wenigstens folgende allgemeine vergleichende Uebersicht der schwäbischen, englischen und französischen Liasformation an ihrem Platze sein, welche wir aus der schönen Abhandlung von Oscar Fraas entnehmen*), und als eine Vorbereitung auf den folgenden Paragraphen bieten, in welchem die speciellere Vergleichung derselben drei Lias-Territorien von Oppel mitgetheilt werden soll.

1. Unterer Lias.

Wir haben gesehen, dass der untere Lias schon in Teutschland nach Zusammensetzung und Mächtigkeit auffallende Verschiedenheiten zeigt. Vergleichen wir z. B. nur Schwaben und Franken, so finden wir in diesem letzteren Lande statt der mächtigen Massen von Thon, Kalkstein und Sandstein oft nichts, als einen grobkörnigen, harten, nur wenige Fuss mächtigen Sandstein, welcher sich von dem, gewöhnlich darunter befindlichen Keupersandsteine nur durch sparsam vorkommende Exemplare von *Cardinia, Gryphaea arcuata* und *Ammonites Bucklandi* unterscheidet. Nur selten treten dort diese Schichten zu Tage aus, weshalb die blauen Thone des mittleren Lias meist unmittelbar auf den Keuper zu folgen scheinen**).

---

*) Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 139 ff., wo diese Abhandlung unter dem Titel: Versuch einer Vergleichung des deutschen Jura's mit dem französischen und englischen, erschienen ist. Wenn auch, in Folge neuerer Beobachtungen, manche einzelne Angaben dieser Abhandlung einer Aenderung unterliegen, so gewährt sie doch so viele interessante Vergleichungspuncte, dass wir diesen, schon in der ersten Auflage unsers Buches mitgetheilten Auszug abermals abdrucken liessen.

**) Nach Ewald scheint zwischen Wendelstein und Schwarzenbach die untere Etage kaum vorhanden zu sein; der obere Keupersandstein nimmt ein graues kalkigthoniges Bindemittel auf, welches nach oben allmälig überhand nimmt und dann Belemniten enthält, worauf die Mergel voll *Amm. costatus* und *amaltheus* mit denselben Belemniten folgen. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, 609.

Im französischen Jura bei Salins ist die Gränze zwischen dem unteren u mittleren Lias sehr wenig ausgesprochen. Dort liegt über dem Keuper eine gel lichgraue, anderthalb Fuss dicke Kalksteinschicht mit *Cardinia concinna*, *C. secur formis* und *Lima gigantea;* darauf folgen Kalksteinbänke mit Ammoniten aus d Familie der Arieten, mit Pentakriniten und mit *Gryphaea arcuata*, und endlich gra lichschwarze Thone mit untergeordneten Kalksteinschichten; die Thone anfangs v *Ammonites oxynotus* und *A. bifer*, aber höher aufwärts mit *A. Jamesoni* und *A. Ta lori*, die Kalksteine reich an *Cardinia Listeri*, *Ammonites raricostatus* und *Gryphä cymbium;* also beide wechsellagernde Gesteine mit Fossilien, welche in Schwabe theils dem unteren, theils dem mittleren Lias angehören. Daher lassen auch d französischen Geologen den mittleren Lias z. Th. schon mit Schichten beginne welche in Schwaben noch dem unteren Lias zugerechnet werden.

In der Bourgogne erscheint der untere Lias wiederum etwas anders, als a Jura; namentlich erlangen die von Arkos unterteuften Kalksteine mit Cardinien, o eine grosse Mächtigkeit; darüber folgen Thone und Kalksteine mit *Ammonites angu latus*, und dann die Bänke mit den Arieten und Gryphäen. Den Beschluss mache thonige Kalksteinschichten mit *Ammonites Brookii* und *A. oxynotus*, welcher letzte auch im Dép. du Cher zugleich mit *A. bifer* und *A. raricostatus* vorkommt.

Noch anders gestalten sich die Verhältnisse im Süden Frankreichs, in de Rhône-Gegenden, wo nach Thiollière statt der mit Arieten erfüllten Kalkstein Teutschlands, Nordfrankreichs und Englands, sehr mächtige Ablagerungen vo schwarzen Kalksteinen, jedoch ohne die genannten Ammoniten und ohne Gryphäe auftreten; wie denn überhaupt die ganze südfranzösische Formation ein eigen-thümliches Gepräge zeigt, welches Thiollière als ihren *type méditerranéen* bezeich-net. Während sonach der untere Lias im Süden Frankreichs an Mächtigkeit zu-nimmt, so sinkt er dagegen im Norden bedeutend zusammen; ja, im Calvados ist er fast auf eine Schicht von ein paar Fuss Stärke reducirt, in welcher nur selten eine Gryphäa oder ein Ammonit erscheint.

In voller und mächtiger Entwickelung tritt er dagegen wiederum jenseits de Canals in England auf, mit *Ammonites Bucklandi*, *A. psilonotus*, *Lima gigantea* und vielen anderen charakteristischen Fossilien, welche sich meist durch einen tref-lichen Erhaltungszustand auszeichnen. Seine vollkommenste Entwickelung hat da-her der untere Lias in Schwaben und in England gefunden.

Jedem Lande sind auch mehr oder weniger besondere Fossilien eigen, und was sich in dem einen Lande findet, fehlt oft in dem anderen oder kommt dort nur selten vor. Als allgemeine Leitfossilien in allen Ländern sind aber die Cardi-nien und *Ammonites angulatus*, dann *Gryphaea arcuata*, *Ammonites Bucklandi*, sowie *Ammonites raricostatus* zu betrachten, zu welchem letzteren sich auch schon bis-weilen *Gryphaea cymbium* gesellt, welche aber erst im mittleren Lias ihre eigent-liche Heimath findet.

2. Mittlerer Lias.

In Franken folgt auf den, die untere Etage repräsentirenden Liassandstein eine Kalksteinablagerung, welche durch ihre organischen Ueberreste dem mittleren Lias zugewiesen wird. Besonders lehrreich ist die Gegend von Aschach unweit Amberg, wo dieser Kalkstein einen seltenen Reichthum von Petrefacten umschliesst darunter *Gryphaea cymbium*, *Ammonites natrix*, *A. Valdani*, *A. ibex*, eine Menge Terebrateln und andere Muscheln, welche alle mit der Schale erhalten sind. — Darüber folgen dunkelblaue Thone mit *Ammonites costatus*, welcher für ganz Fran-ken als das wichtigste Leitfossil dieser Etage zu betrachten ist, von Banz bis nach Altdorf, und weiterhin in der Oberpfalz bis nach Regensburg, wo ein sehr reichhaltiges Lager von oolithischem Rotheisenerz an demselben Ammoniten

und an seinem Gefolge von anderen Fossilien für ein Glied des mittleren Lias erkannt worden ist*).

In der Schweiz sind es meist nur die Kalksteine mit *Terebratula numismalis* und *rimosa*, mit *Gryphaea cymbium, Spirifer verrucosus* u. a. charakteristischen Formen, welche die mittlere Etage erkennen lassen, während die Schichten mit *Ammonites amaltheus* fast nirgends aufgeschlossen sind.

Am Jura ist zwar die Gränze zwischen dem unteren und mittleren Lias nicht so scharf gezogen, wie in Schwaben, wie es denn auch ein einziges, aus dunkelgrauen Thonen und aus Kalksteinbänken bestehendes Schichtensystem ist, welches von den Arietenkalksteinen bis hinauf zu den Posidonienschiefern reicht; aber die Fossilien behaupten doch auch innerhalb dieses Schichtensystems eine ähnliche Aufeinanderfolge, wie in Würtemberg, denn,

zu unterst liegen *Ammonites bifer, oxynotus* und *raricostatus*,

dann folgen *A. planicosta, lineatus, natrix* und die Belemnitenschichten mit *A. Davoei*,

höher aufwärts kommen *A. amaltheus* und *costatus*,

und endlich zahllose Exemplare von *Plicatula spinosa* und *Belemnites paxillosus*.

In der Bourgogne unterscheiden sich die durch *Terebratula numismalis* ausgezeichneten Schichten nur wenig von denen in Schwaben, wogegen die darauf folgenden Amaltheenschichten einen ganz anderen Charakter entfalten. Es sind nicht mehr Thone, sondern blaulichgraue sehr mächtige Kalksteine mit *Amm. amaltheus* und *costatus*, mit *Gryphaea gigantea, Terebratula acuta, vicinalis, lagenalis, Pecten aequivalvis* und vielen anderen Formen, welche sich meist durch die Grösse ihrer Dimensionen von den gleichnamigen Formen anderer Gegenden unterscheiden. Die Gegend von Avallon, besonders Vassy, ist als eine Normal-Region für diesen mittleren Lias zu betrachten, dessen Amaltheenkalke dort ganze Felsen bilden, welche mit den genannten Petrefacten erfüllt sind. Nach Westen und Süden, in den Dépp. des Cher und der Isère, wird die Mächtigkeit dieser Kalksteine immer geringer, weiterhin verschwinden sie, um erst wieder im Calvados zu Tage auszutreten, wo sie bei Bayeux und anderen Orten, aber freilich mit auffallend verschiedenen paläontologischen Charakteren bekannt sind. Die hellgelben, kaum 3 Fuss mächtigen Kalksteinbänke umschliessen dort mit *Amm. Jamesoni* und *Davoei* ein Heer der schönsten Terebrateln (namentlich *T. quadrifida, lagenalis, vicinalis*), und Spiriferen, Korallen, Cidaritenstacheln und einige ganz ungewöhnliche Gastropoden, wie *Euomphalus* und *Conus*; aber auch *Ammonites amaltheus, Gryphaea gigantea, Pecten aequivalvis* und *glaber* treten auf, und in den stellenweise vorkommenden Thonen erscheinen *Amm. heterophyllus*, mit *amaltheus* und *Belemnites paxillosus*.

Dieselben Verhältnisse finden sich auch jenseits des Canals in England, wo die sogenannte *marlstone-series* den *lias moyen* der Franzosen und die von Quenstedt unter β, γ und δ aufgeführten Glieder begreift, indem auch dort die Schichten mit *Amm. oxynotus* und *bifer* sich enger an die darüber, als an die darunter liegenden Schichten anschliessen. Ausserdem gleicht die Entwickelung vollkommen jener in Schwaben, nur dass theilweise andere Leitfossilien auftreten; denn *Terebratula numismalis* und *Amm. amaltheus* gehören in England zu den Seltenheiten, während *Gryphaea cymbium* und die in Schwaben gänzlich fehlende *Gr. gigantea* dort, wie in Frankreich, zu den wichtigsten Leitmuscheln des mittleren Lias gehören. *Terebratula numismalis* wird im westlichen Frankreich und in England durch die verwandten Formen der *T. vicinalis* und *T. quadrifida* ersetzt.

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 446.

3. Oberer Lias.

Scharf abgegränzt gegen den mittleren Lias erscheinen fast in allen Länder die dunkelgrauen, bituminösen Schiefer oder Kalksteine mit Posidonomyen, und bilden sonach überall einen sichern geognostischen Horizont. In ihnen ist der grosse Reichthum an Ueberresten von Fischen und Sauriern niedergelegt, welcher sich wie bei Boll, Ohmden und Holzmaden in Schwaben, so bei Banz in Franken, so bei Whitby in England, so auch bei Vassy unweit Avallon und bei Croisilles (Calvados) in Frankreich wiederfindet, obgleich er in diesem Lande weit hinter dem zurückbleibt, was Teutschland und England zu bieten haben. Die Eigenschaften dieses so wichtigen Schichtensystemes lassen vermuthen, dass sich dasselbe überall in ruhigen, geschützten Meerbusen oder in Aestuarien gebildet hat, welche von Sauriern, Fischen, Sepien, schlanken Belemniten, Pentakriniten und kleineren Ammoniten belebt waren. Nach ihrem Tode zu Boden sinkend wurden sie in dem feinen Schlamme begraben, und durchdrangen solchen mit Bitumen, als dem Producte ihrer Verwesung*).

Während aber in Schwaben die hellfarbigen Kalkmergel mit *Ammonites jurensis* von den Posidonienschiefern scharf abgesondert sind, so verschwimmt diese Gränze in anderen Ländern; im nördlichen Frankreich, in England bei Whitby, ist es nur ein mächtiges System von bituminösen Schiefern und Thonen, welches den ganzen oberen Lias constituirt. Auch in paläontologischer Hinsicht lassen sich kaum Unterabtheilungen geltend machen; denn zugleich mit den Sauriern und Fischen erscheinen schon *Ammonites radians, A. bifrons, A. heterophyllus, A. communis* und *A. fimbriatus*, um nach oben durch die ganze Etage fortzusetzen, wogegen *Ammonites jurensis,* diese in Schwaben so bezeichnende Form, vermisst und durch andere Formen ersetzt wird.

Allgemeine Leitfossilien für den oberen Lias sind bis hierher *Ammonites insignis* und *radians, Belemnites acuarius* und *digitalis,* sowie auch der völlige Mangel an Terebrateln fast überall charakteristisch ist.

Schon früher gab Rominger eine gute Vergleichung des schweizer und schwäbischen Jura, in welcher auch die beiderseitigen Liasgebilde berücksichtigt worden sind; später hat Fromherz eine ähnliche Vergleichung für die jurassische Formationsgruppe des Breisgau durchgeführt, auf welche wir unsere Leser verweisen**).

Noch ist zu bemerken, dass die Liasformation auch in Ungarn eine wichtige Rolle spielt, wie Zeuschner in seiner geognostischen Beschreibung des Liaskalkes in der Tatra und in den angränzenden Gebirgen gezeigt hat. Die Formation besteht dort vorwaltend aus grauen Kalksteinen, auch aus Mergel und Dolomit, dazu untergeordneten Conglomeraten, ein paar Gypsstöcken und einigen Brauneisenerzlagern.

---

*) »Die Schiefer, in welchen die Ueberreste der Ichthyosauren, dieser gefrässigen Ungeheuer, vorkommen, zeigen überall eine so gleichförmige und auffallende Zusammensetzung, dass man ihre Entstehung grösstentheils den Thieren zuschreiben möchte, welche sie einschliessen. Denn unter dem Vergrösserungsglase erkennt man sie fast aus lauter Fischzähnen, Schuppen, Muschelfragmenten und dergleichen zusammengesetzt, und alles ist mit einem thierischen Oele imprägnirt, welches diese Schiefer zuweilen so brennbar macht, dass sie zum Kalkbrennen benutzt werden. Da nun die Excremente der Ichthyosauren bisweilen, wie an der Severn, ganze Schichten bilden, so ist es wohl denkbar, dass diese Liasschiefer nur als zertheilte Koprolithen zu betrachten sind.« Leopold v. Buch, Ueber den Jura in Deutschland, 1839, S. 19 und 44.

**) Rominger, im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 293 ff. und Fromherz, in G. Leonhards Beiträgen zur min. und geogn. Kenntniss des Grossh. Baden, I, S. 63.

Sie erlangt eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit, und ruht unmittelbar auf einer rothen Sandsteinbildung. Sitzungsberichte der Kais. Ak. der Wiss. B. 19, 1856, S. 135 ff.

§. 405a. *Vergleichende Uebersicht der Liasformation in Schwaben, England und Frankreich, nach Oppel.*

Wenn uns schon die im vorigen Paragraphen mitgetheilte allgemeine Uebersicht von Fraas sehr viele Analogieen erkennen lässt, welche die Liasformation verschiedener Länder zumal in paläontologischer Hinsicht darbietet, so gewährt uns die weit speciellere Parallelisirung, welche Oppel für die schwäbische, englische und französische Liasformation durchgeführt hat, eine noch viel gründlichere Einsicht in den Zusammenhang und die harmonische Gliederung dieser Formation. Diese Parallelisirung hat Oppel in seinem Werke »Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands, Stuttgart, 1856—1858« veröffentlicht.

In ihren Grundzügen stimmt die von Oppel vorgeschlagene Gliederung mit jener von Quenstedt vollkommen überein, indem nicht nur die drei Haupt-Etagen des unteren, mittleren und oberen Lias, sondern auch für Württemberg insbesondere dieselben sechs Stufen unterschieden werden, welche wir in §. 404 a kennen gelernt haben. Oppel geht jedoch noch weiter als Quenstedt; er bringt nämlich innerhalb der beiden unteren Etagen eine grössere Anzahl von Stufen zur Unterscheidung, deren jede durch einen Complex gewisser Fossilien charakterisirt und nach einer der vorzüglich bezeichnenden Species benannt wird. Indem er diese Stufen, als die normalen Lagerstätten der betreffenden Species, unter dem Namen von Zonen einführt, gelangt Oppel auf folgende Eintheilung der Liasformation:

I. Unterer Lias. *Etage sinémurien.*

Lias α.
1. Zone des *Ammonites planorbis.*
2. . . . . *Am. angulatus.*
3. . . . . *Am. Bucklandi.*
4. . . . . *Pentacrinus tuberculatus.*

Lias β.
5. . . . . *Am. obtusus.*
6. . . . . *Am. oxynotus.*
7. . . . . *Am. raricostatus.*

II. Mittlerer Lias. *Etage liasien.*

Lias γ.
8. Zone des *Am. Jamesoni.*
9. . . . . *Am. ibex.*
10. . . . . *Am. Davoei.*

Lias δ.
11. Untere Zone des *Am. margaritatus.*
12. Obere Zone des *Am. margaritatus.*
13. Zone des *Am. spinatus.*

III. Oberer Lias.

Lias ε. 14. Zone der *Posidonomya Bronni.*

Lias ζ. 15. Zone des *Am. jurensis.*

Diese 15 Zonen oder Stufen bilden zugleich eine paläontologische und eine stratographische Scala, sofern sie die Phasen der successiven Entwickelung des Thierreiches, und die Lagerungsfolge der durch diese Phasen charakterisirten Schichten darstellen. Lässt sich auch nicht erwarten, dass diese paläontologische Gliederung über ganz Europa, geschweige denn über die ganze Erde, in völlig gleicher Weise Statt finden wird, so gewährt sie uns doch wenigstens ein für Mittel-Europa giltiges Schema, dessen Glieder für die Beurtheilung der Lagerungsfolge der Liasschichten auch in anderen Ländern sehr werthvolle Vergleichungspunkte darbieten.

Auf Grund vielfacher eigener Beobachtungen in den jurassischen Territorien Teutschlands, Frankreichs und Englands, und mit sorgfältiger Berücksichtigung der einschlagenden Literatur hat Oppel zum ersten Male den Versuch gemacht, für die genannten drei Länder eine vollständige Parallelisirung der jurassischen Formationsgruppe überhaupt und der Liasformation insbesondere mit ihren 15 Stufen durchzuführen. Wir halten es für zweckmässig, aus dieser wichtigen Arbeit einen gedrängten Auszug mitzutheilen, um unsern Lesern die grosse Bedeutung der organischen Ueberreste für die Gliederung der sedimentären Formationen in einem recht ausgezeichneten Beispiele vorzuführen.

I. Unterer Lias.

Diese Formations-Abtheilung wird in den meisten Gegenden durch Thon, Kalkstein und Sandstein repräsentirt, welche letztere beide sich gegenseitig verdrängen und ersetzen. So walten z. B. in England die Thone und Kalksteine vor, während die Sandsteine fast gänzlich fehlen; in Teutschland und Frankreich dagegen treten besonders nach unten mächtige Sandsteine auf, über welchen die Thone und Kalksteine folgen.

1. Zone des *Ammonites planorbis.* Vorzüglich charakteristische Species sind:

Ammonites planorbis Sow.	*Avicula Kurri* Opp.
. . . . . *Johnstoni* Sow.	*Pecten Trigeri* Opp.

In Württemberg blaulichgrauer Thon und Kalkstein, 6 bis 7 Fuss mächtig, ähnlich in der Bourgogne. In England nach unten oft hellfarbiger Kalkstein (*white lias*), darüber blauer Thon mit grauen Kalkbänken; das Ganze im Süden des Landes mindestens 40 Fuss mächtig.

2. Zone des *Ammonites angulatus.* Einige der wichtigsten Species sind:

Ammonites angulatus Schl.	*Cardinia concinna* Ag.
Chemnitzia Zinkeni Orb.	. . . . . *crassiuscula* Ag.
Actaeonina fragilis Orb.	. . . . . *elongata* Dunk.
Littorina clathrata Desh.	*Plicatula Oceani* Orb.
Natica subangulata Orb.	*Gryphaea arcuata* Lam.
Cerithium subturritella Orb.	*Asterias lumbricalis* Schl.

Ausser ihnen und manchen anderen kommen auch solche Formen vor, welche theils tiefer hinab, theils höher hinauf gehen, wie *Pleurotomaria similis* und *polita*, *Pecten Hehli*, die bereits genannte *Gryphaea arcuata* u. a.; Belemniten fehlen noch gänzlich.

Die Schichten dieser Zone sind sehr verschieden; bald Sandsteine oder sandige Kalksteine, welche durch Auslaugung des Kalkes in Sandstein übergehen; bald thonige Kalksteine, Mergel oder Thone, an der Basis oft eine Bank Tutenkalk; so ist in Württemberg die Zone bisweilen über 30 bis 40 Fuss mächtig ausgebildet. Bei Thoste und Beauregard unweit Semur in Frankreich findet sich auch ein 6 bis 8 Fuss mächtiges Lager von oolithischem Rotheisenerz ein, dergleichen auch neuerdings in Schwaben gefunden worden sind. Bei Hettange unweit Thionville ist es ein gelblicher, an Fossilien sehr reicher Sandstein, welcher nach innen oft noch blaulichgrau und kalkhaltig erscheint. In der Gegend von Luxemburg finden sich thonige Mergel (*Marne de Jamoigne*), welche an der Basis des dortigen Sandsteins auftreten, und *Ammonites angulatus* sowie andere charakteristische Fossilien enthalten. In England ist die Zone nur wenig entwickelt. Oppel vermuthet, dass die insectenreichen Schichten, welche in Gloucestershire und bei Müllingen im Canton Aargau bekannt sind, dieser Zone angehören dürften.

3. Zone des *Ammonites Bucklandi*. Zu den wichtigsten Leitfossilien gehören:

Ammonites Bucklandi Sow.
. . . . . *Conybeari* Sow.
. . . . . *bisulcatus* Brug.
. . . . . *rotiformis* Sow.
. . . . . *spiratissimus* Quenst
Ammonites geometricus Oppel
. . . . . *Sauzeanus* Orb.
. . . . . *Gmündensis* Oppel
. . . . . *Scipionianus* Orb.
Belemnites acutus Mill.

Ausserdem sind noch folgende Species hervorzuheben, welche aber auch theils schon in tieferen, theils noch in höheren Schichten vorkommen:

Nautilus striatus Sow.
Pleurotomaria polita Goldf.
. . . . *similis* Sow.
Panopaea liasina Orb.
Pholadomya glabra Ag.
Pinna Hartmanni Ziet.
Lima gigantea Sow.
. . . *pectinoides* Sow.
Avicula Sinemuriensis Orb.
Pecten Hehli Orb.
. . . . *textorius* Schl.
Gryphaea arcuata Lam.
Spirifer verrucosus Buch
. . . . *Walcotti* Sow.
Terebratula Rehmanni Buch
Rhynchonella variabilis Schl.

Diese Zone besitzt in Schwaben nur eine geringe Mächtigkeit, und besteht dort gewöhnlich aus einigen blaulichgrauen, gelb verwitternden Kalksteinbänken, welche mit grauen Thonen wechseln; *Gryphaea arcuata* ist oft in unzähliger Menge vorhanden, und erreicht hier ihre höchste Entwicklung, weshalb diese Kalksteine auch Arcuatenkalksteine genannt worden sind. In der Normandie, wo der ganze untere Lias nur schwach vertreten ist, da treten auch diese Schichten sehr untergeordnet auf; dagegen erscheinen sie deutlich erkennbar von Luxemburg (hier meist als Sandstein, *grès de Luxembourg*) über Metz und Nancy bis nach Burgund, wo sie besonders bei Semur und Avallon als Kalksteine mit allen charakteristischen Fossilien anstehen; eben so am rechten Ufer der Saône im Dép. du Rhône. Nicht minder ausgezeichnet ist das Auftreten derselben Zone in England, zumal bei Lyme-Regis in Dorsetshire und bei Bath in Wiltshire, wo auch in petrographischer Hinsicht die Schichten den schwäbischen ganz ähnlich sind.

4. Zone des *Pentacrinus tuberculatus*. Besonders wichtige Leitfossilien sind:

Pentacrinus tuberculatus Mill.
Acrosalenia minuta Buckm.
Gervillia lanceolata Sow.
Belemnites acutus Mill.

Zu ihnen gesellen sich einige Ammoniten, z. B. *Am. Birchi*, *Am. planicosta*, ferner *Nautilus striatus*, *Gryphaea obliqua*, *Spirifer Walcotti*, *Rhynchonella variabilis*, *Ostrea*

arietis u. a. Species; im südlichen England bildet diese Zone die Lagerstätte de Plesiosaurier, Ichthyosaurier, Fische und Sepien.

In Schwaben folgen über den Bucklandi-Schichten feinblätterige, bituminös Schiefer, denen blaulichgraue, mit Ueberresten von *Pentacrinus tuberculatus* erfüllt Kalksteinlagen eingeschaltet sind. Obwohl die Begränzung der Zone nach unte wie nach oben bisweilen schwierig wird, so ist sie doch in paläontologischer un petrographischer Hinsicht als ein sehr markirter Horizont ausgezeichnet, welche wie eine sichere Mittellinie den ganzen unteren Lias durchzieht. Ganz ähnlich er scheint sie wieder in Frankreich, bei Avallon, Nancy und Semur, sowie bei Salins In England gewinnt diese Zone ein besonderes Interesse, wegen der vielen Saurier und Fischreste, dergleichen in Schwaben und Frankreich bis jetzt nur sparsa vorgekommen sind; aus ihr stammen die Skelete von *Ichthyosaurus platyodon I. intermedius, I. communis* und I. *tenuirostris,* von verschiedenen Plesiosauriern un Pterodactylen, sowie die Fischabdrücke u. s. w., welche namentlich bei Lyme Regis gefunden werden. Diese an Ueberresten von Sauriern und Fischen so reiche Schichten Süd-Englands sind oft irrigerweise mit den ähnlichen, aber dem oberen Lias angehörigen Schichten von Whitby, Boll und Banz verwechselt worden.

5. Zone des *Ammonites obtusus.* Als Leitfossilien sind vorzüglich zu nennen:

Ammonites obtusus Sow.	*Ammonites planicosta* Sow.
. . . . . *stellaris* Sow.	*Cardinia hybrida* Ag.
. . . . . *Brooki* Sow.	*Terebratula Causoniana* Orb.
. . . . . *Ziphus* Ziet.	

Dazu gesellen sich noch manche Species, welche aus den tieferen Stufen heraufgehen, als: *Ammonites Birchi, Belemnites acutus, Nautilus striatus, Pecten textorius, Gryphaea obliqua* u. a.

In Schwaben, von Boll bis zum Randen, besteht diese Stufe aus mächtigen Thonen, welche nach oben eine Kalkbank mit *Pholadomya Fraasi* Opp. enthalten. In Frankreich sind es theils Kalksteine, theils Mergel und Thone mit *Am. obtusus* und *Belemnites acutus,* welche diese Stufe repräsentiren, obwohl solche dort petrographisch der nächst folgenden Stufe oft ganz ähnlich erscheint In Yorkshire zeigt diese Stufe fast ganz dieselbe petrographische Beschaffenheit, wie in Schwaben; eben so zu Lyme-Regis in Dorsetshire, wo sie an 100 Fuss mächtig wird.

6. Zone des *Ammonites oxynotus.* Leitfossilien dieser Stufe sind:

Ammonites oxynotus Quenst.	*Mytilus minimus* Goldf.
. . . . . *bifer* Quenst.	*Plicatula ventricosa* Münst.
. . . . . *lacunatus* Buckm.	*Leda Romani* Opp.
Actaeonina Dewalquei Orb.	*Rhynchonella oxynoti* Quenst.

auch *Belemnites acutus, Gryphaea obliqua* und andere Formen finden sich noch häufig.

In Württemberg sind es abermals graue Thone, welche diese, oft nur sehr wenig mächtige Stufe zusammensetzen; in Frankreich hat Marcou dieselbe Stufe sehr bestimmt bei Salins nachgewiesen, während sie nach Oppel dort auch in anderen Gegenden vorhanden ist. In England erscheint die Zone zumal in Gloucestershire, ganz mit denselben Eigenschaften, wie in Schwaben; fast eben so in Dorsetshire und Yorkshire.

7. Zone des *Ammonites raricostatus.* Leitfossilien sind besonders:

Ammonites raricostatus Ziet.	*Anomia liasina* Opp.
. . . . . *densinodus* Quenst.	*Pentacrinus scalaris* Goldf.
. . . . . *subplanicosta* Opp.	

Belemnites acutus erscheint hier zum letzten Male, während *Gryphaea obliqua* nicht nur hier, sondern auch noch höher hinauf vorkommt.

In Schwaben besteht diese, nicht sehr mächtige Stufe aus ähnlichen grauen Thonen, wie die vorhergehende; doch enthalten solche an ihrer oberen Gränze harte Nieren eines hellgrauen Kalksteins. In Frankreich ist die Stufe von Marcou und Oppel erkannt worden. In England sind es gleichfalls meist Thone, z. Th. mit einer sandigen Einlagerung, welche diese, auch dort wie überall, besonders durch *Ammonites raricostatus* und *Pentacrinus scalaris* ausgezeichnete Stufe constituiren.

II. Mittlerer Lias. (*Etage liasien*). Hellfarbige Mergel, nach ihren vorwaltenden Fossilien in Teutschland bald Belemnitenschichten bald Numismalis-Mergel genannt, bilden zugleich mit Thonen sehr vorwaltend diese Abtheilung der Formation, während solche nach oben von den höchst ausgezeichneten Posidonomyaschiefern überlagert wird. Sie zerfällt paläontologisch in 6 Stufen, von welchen die drei unteren dem Lias γ, die drei oberen dem Lias δ Quenstedt's entsprechen.

8. Zone des *Ammonites Jamesoni*. Zu den wichtigsten Leitfossilien gehören:

Ammonites Jamesoni Sow.	*Turbo Nicias* Orb.
. . . . . *Taylori* Sow.	*Pholadomya decorata* Hartm.
. . . . . *brevispina* Sow.	*Astarte arealis* Röm.
. . . . . *armatus* Sow.	*Pinna folium* Young
. . . . . *submuticus* Opp.	*Spirifer Münsteri* Dav.
. . . . . *lynx* Orb.	*Rhynchonella tetraëdra* Sow.
. . . . . *pettos* Quenst.	. . . . . . *Thalia* Orb.

Ausser ihnen finden sich noch *Gryphaea obliqua*, und, als hier beginnende aber höher hinaufgehende Species, unter anderen: *Pentacrinus basaltiformis, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus, Limea acuticosta, Arca Münsteri, Turbo heliciformis, Nautilus intermedius* und *Belemnites elongatus*.

In Württemberg erscheint diese Stufe, am Fusse der schwäbischen Alp, über den Thonen des unteren Lias, als eine bis 20 Fuss mächtige Ablagerung von hellgrauen harten Mergeln mit Zwischenlagen von Thon. Auf ähnliche Weise beginnt der mittlere Lias in mehren Gegenden Frankreichs, wie z. B. in den Départements der Yonne und Côte d'Or. In Yorkshire wird diese Stufe über 100 Fuss mächtig, wie sie denn auch in Dorsetshire eine ziemliche Mächtigkeit erlangt.

9. Zone des *Ammonites ibex*. Ausschliesslich vorkommende Leitfossilien sind:

Ammonites ibex Quenst.	*Ammonites bipunctatus* Röm.
. . . . . *Maugenesti* Orb.	. . . . . *Actaeon* Orb.

Zugleich mit ihnen finden sich aber auch, als tiefer hinab- oder als höher hinaufgehende Species *Ammonites Centaurus, Am. Loscombi, Am. Henleyi, Belemnites clavatus* und *elongatus, Pholadomya Hausmanni* und *ambigua* (fehlen jedoch beide in Schwaben), *Cypricardia cucullata, Mytilus scalprum* (doch nicht in Schwaben), *Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa* u. a.

In Schwaben stellt diese Stufe eine, nur wenige Fuss mächtige Ablagerung von hellgrauen Steinmergeln und Thonen dar, deren organische Ueberreste meist verkiest sind. Eben so erscheint sie in Frankreich bei Semur; auch ist sie nach d'Orbigny bei St. Amand (Cher) vorhanden, und in der Normandie zu vermuthen, wo freilich der mittlere Lias so wenig mächtig und so unregelmässig gelagert ist, dass eine genaue Gliederung desselben noch nicht durchgeführt werden konnte.

In England ist die Zone am deutlichsten bei Cheltenham in Gloucestershire entwickelt; doch existirt sie auch bei Watford in Northamptonshire und bei Lyme-Regis in Dorsetshire.

10. Zone des *Ammonites Davoei*. Als ausschliesslich dieser Zone angehörige Leitfossilien nennt Oppel:

Ammonites Davoei Sow.
. . . . . *capricornus* Schl.
Pleurotomaria heliciformis Deslong.
Tancredia, 3 Species, bis jetzt nur bei Breux (Meuse)
Inoceramus ventricosus Opp.
Cidaris Edwardsi Wright, bis jetzt nur in England,
Palaeocoma Milleri Orb. ebenso,
Pentacrinus subangularis Mill.

Ausser ihnen finden sich noch *Avicula sexcostata* Röm., *Ammonites fimbriatus* Sow. *Am. Henleyi* Sow., *Belemnites elongatus* Mill., *B. clavatus* Schl., *B. umbilicatus* Blainv., *B. longissimus* Mill. und andere Species.

In Schwaben erscheint diese, etwa 10 Fuss mächtige Stufe als eine Wechsellagerung von hellgrauen Steinmergelbänken mit blaulichgrauem Thon, deren Fossilien jedoch nicht verkiest, sondern verkalkt sind. In Frankreich ist sie von Oppel bei Venarey (Côte d'Or), und in Luxemburg von Dewalque bei Ethe erkannt worden. In Yorkshire erscheint zwar, wie bei Venarey, *Ammonites capricornus* als der häufigste Ammonit, allein in Dorsetshire findet sich zugleich mit ihm *Am. Davoei*, so dass auch in England die Existenz dieser Stufe nicht zu bezweifeln sein dürfte.

11. Untere Zone des *Ammonites margaritatus*. Als besonders charakteristische Fossilien nennt Oppel:

Ammonites margaritatus Montf.
. . . . . *fimbriatus* Sow.
. . . . . *Henleyi* Sow.
. . . . . *Normanianus* Orb.
. . . . . *globosus* Ziet.
Belemnites elongatus Mill.
. . . . . *clavatus* Schl.
. . . . . *umbilicatus* Blainv.
. . . . . *longissimus* Mill.
Avicula sexcostata Röm.

Das erste Auftreten des *Ammonites margaritatus* (oder *amaltheus*) ist es, was diese in Schwaben etwa 10 Fuss mächtige, aus blauem Thon und hellgrauen Mergeln bestehende Stufe ganz vorzüglich charakterisirt; die aufgeführten Belemniten und *Avicula sexcostata* gehen noch aus der vorigen Stufe mit herauf, während auch manche andere, durch mehre Stufen reichende Species, wie z. B. *Belemnites clavatus, Ammonites Henleyi, Pecten tumidus, Pleurotomaria expansa* u. s. w. zahlreich vorhanden sind. Auch bei Venarey, unweit Semur in Frankreich, wird diese dort sehr wohl bestimmte Zone wesentlich von Mergeln gebildet, über welchen erst die Kalksteine der höheren Zone folgen. Eben so erkannte Oppel bei Lyme-Regis in England in grauen Mergeln das Aequivalent dieser Stufe.

12. Obere Zone des *Ammonites margaritatus*. Aus dieser Stufe führt Oppel eine grosse Anzahl von Leitfossilien auf; die häufigsten und bezeichnendsten in Schwaben sind:

Ammonites margaritatus Montf.
. . . . . *Zetes* Orb.
Belemnites compressus Stahl
. . . . . *lagenaeformis* Ziet.
Chemnitzia undulata Orb.
Turbo paludinaeformis Schübl.
Leda complanata Goldf.
. . . *acuminata* Goldf.
Pecten sublaevis Phill.
. . . . *Philenor* Orb.
Pentacrinus laevis Mill.

welche Species dieser Zone ausschliesslich angehören; viele andere Formen, wie *Rhynchonella amalthei* Quenst., *Gryphaea cymbium* Lam., *Pecten liasinus* Nyst, *Inoceramus substriatus* Goldf., *Pleurotomaria anglica* Goldf., *Pl. expansa* Orb., *Pl. rotundata* Münst. gehen noch höher hinauf; wogegen *Ammonites Henleyi* und *Am. Normanianus* u. a. Species hier zum letzten Male erscheinen.

Die Stufe erreicht in Schwaben eine Mächtigkeit von 15 Fuss, und wird daselbst vorwaltend von blaulichgrauem Thone mit Pyritknollen nebst untergeordneten Bänken oder Nieren von Mergel gebildet. In Frankreich ist dieselbe Stufe von Marcou bei Salins als eine 30 Fuss mächtige Mergelbildung erkannt worden; in der Bourgogne, in der Normandie und im südlichen Frankreich besteht sie meist aus Kalkstein und Mergel, während sie bei Metz, ebenso wie in Schwaben, wesentlich von Thon gebildet wird. Bei Lyme-Regis in Dorsetshire sind es blaulichgraue glimmerreiche Thone, bei Ilminster in Somersetshire und anderwärts Steinmergel, in Yorkshire endlich rothe und graue Kalksteine und Mergel, welche diese Stufe zusammensetzen.

13. Zone des *Ammonites spinatus*. Zu den wichtigsten Leitfossilien gehören:

Ammonites spinatus Brug. (= *costatus* Schl.)
Belemnites breviformis Ziet.
. . . . . *paxillosus* Schl. (*var. crassus* Voltz)
Lyonsia unioides Orb.
Pecten aequivalvis Sow.
. . . . *liasinus* Nyst
Plicatula spinosa Sow. geht durch den ganzen mittleren Lias.
Gryphaea cymbium Lam.
Rhynchonella quinqueplicata, bis jetzt nur in Schwaben.
Rhynchonella amalthei Quenst.
Terebratula punctata Sow.
. . . . . . *subovoides* Röm.

In Schwaben besteht diese nur wenig mächtige Stufe aus hellfarbigen Steinmergeln mit Thon; doch ist die untere Gränze mehr oder weniger unsicher, während die obere Gränze sehr scharf gezogen werden kann. Bei Altdorf in Baiern sind es Thone mit grauen oder rothbraunen Mergelnieren, in welchen die charakteristischen Fossilien stecken. In Frankreich ist diese letzte Stufe des mittleren Lias an vielen Orten bekannt, und namentlich durch das reichliche Auftreten von *Gryphaea cymbium* und *Plicatula spinosa* zugleich mit *Ammonites spinatus* ausgezeichnet. Dasselbe gilt für die Vorkommnisse in England.

III. Oberer Lias. (*Etage toarcien*). Diese Abtheilung zerfällt nur in zwei Stufen, welche mit Quenstedts Abtheilungen ε und ζ identisch sind. Die untere mächtigere Stufe besteht gewöhnlich aus bituminösen Schiefern, bisweilen wohl aus Sandstein und Thon oder anderen Gesteinen, ist aber fast in allen Fällen durch das häufige Auftreten von *Posidonomya Bronni* dermaassen ausgezeichnet, dass sie in den meisten Gegenden ihres Vorkommens den Namen Posidonomyaschiefer (oder Posidonomyaschichten) mit vollem Rechte verdient. Die obere, meist aus hellgrauem Mergelkalkstein bestehende Stufe hat zwar eine sehr geringe Mächtigkeit, bildet aber dennoch eine petrographisch und paläontologisch sehr ausgezeichnete Ablagerung, und zugleich die sehr bestimmte obere Gränze der ganzen Liasformation.

14. Zone der *Posidonomya Bronni*. Von den vielen Leitfossilien, welche dieser Zone ausschliesslich angehören, sind folgende die wichtigsten:

Ammonites serpentinus Rein.
. . . . . *falcifer* Sow.
. . . . . *elegans* Sow.
. . . . . *concavus* Sow.
. . . . . *heterophyllus* Sow.
. . . . . *cornucopiae* Young
. . . . . *anguinus* Rein.
. . . . . *annulatus* Sow.
Ammonites communis Sow.
. . . . . *mucronatus* Orb.
. . . . . *crassus* Phill.
. . . . . *fibulatus* Sow.
. . . . . *subarmatus* Young
Belemnites papillatus Ziet.
. . . . . *acuarius* Schl.
. . . . . *incurvatus* Ziet.

Natica Pelops Orb.	*Discina papyracea* Quenst.
Inoceramus dubius Sow.	*Acrosalenia crinifera* Wright
Posidonomya Bronni Voltz	*Pentacrinus Bollensis* Schl.
Avicula substriata Ziet.	. . . . . *fasciculosus* Schl.
Pecten incrustatus Defr.	. . . . . *Quenstedti* Opp.

dazu gesellen sich, ausser *Loligo* und anderen nackten Cephalopoden, noch folgende wichtige Species, welche auch in der letzten Zone vorkommen:

Ammonites bifrons Brug.	*Belemnites irregularis* Schl.
. . . . . *lythensis* Young	. . . . . *tripartitus* Schl.
Inoceramus cinctus Goldf.	

endlich ist *Plicatula spinosa* die einzige Species, welche aus dem mittleren Lias heraufgeht.

Von Wirbelthieren finden sich mehre Species von *Teleosaurus* und *Ichthyosaurus*, welche letztere jedoch meist verschieden von denen des unteren Lias sind Die Gattung *Plesiosaurus* scheint zu fehlen; dagegen kennt man einen *Pterodactylus*. Auch die Fische mögen wohl grösstentheils von jenen des unteren Lias specifisch verschieden sein, wenn gleich sie denselben Gattungen *Dapedius*, *Tetragonolepis*, *Lepidotus*, *Pholidophorus*, *Ptycholepis*, *Leptolepis* u. a. angehören.

Die Posidonomyaschichten zeigen in vielen Gegenden eine so grosse petrographische Uebereinstimmung, dass sie immer sehr leicht wieder zu erkennen sind. Die sehr bituminösen, mitunter sogar brennbaren, überall leicht spaltbaren Schiefer, welche vielorts auf Oel, bisweilen auch bei reichlichem Pyrit-Gehalte auf Alaun benutzt werden können, diese Schiefer bilden vorwaltend das charakteristische Gestein. Schichten von blaulichgrauem Kalkstein, welcher oft ein treffliches Cäment liefert (Vassy, Altdorf), sind den Schiefern nicht selten untergeordnet. Wie in Baden, Württemberg und Baiern, so finden sich dieselben Schiefer auch in mehren Gegenden Frankreichs (bei Niederbronn, Semur, Vassy), in Luxemburg, und im nordwestlichen Teutschland.

Dagegen erscheint dieselbe Stufe bei Metz als ein bituminöser Mergel und sandiger Kalkstein, bei St. Quentin unweit Lyon als Thoneisenstein, bei Mende (Lozère) und Milhau (Aveyron) als Mergel, bei Caen in der Normandie als hellfarbiger Thon und Schiefer mit Kalkbänken. Eben so ist an der Südküste Englands, zwischen Bridport und Lyme-Regis der Gesteinshabitus sehr abweichend, indem dort ein mächtiges Schichtensystem von gelbem, fossilfreiem Sande die Stelle der Posidonomyaschichten einnimmt; auch in Gloucestershire. zwischen Frocester und Nympsfield erscheint Thon mit den charakteristischen Fossilien, und Sand, in Northamptonshire blauer Thon mit Kalkstein-Nieren. Desto ausgezeichneter erscheinen wieder die Posidonomyaschiefer an der Küste von Yorkshire, bei Whitby, wo sie z. Th. als Alaunschiefer benutzt werden, und viele Kalkstein-Nieren, die einen trefflichen hydraulischen Mörtel liefern, sowie häufig Stücke von Gagat (Jet) enthalten, welcher zu allerlei Ornamenten verarbeitet wird

15. Zone des *Ammonites jurensis*. Zu den wichtigsten Leitfossilien gehören:

Ammonites jurensis Ziet.	*Belemnites longisulcatus* Voltz
. . . . . *insignis* Schübl.	. . . . . *tricanicuIatus* Ziet.
. . . . . *radians* Rein.	. . . . . *exilis* Orb.
. . . . . *hircinus* Schl.	. . . . . *pyramidalis* Münst.
. . . . . *Aalensis* Ziet.	*Pleurotomaria intermedia* Münst.
. . . . . *costula* Rein.	*Lima Galatea* Orb.
. . . . . *Thouarsensis* Orb.	*Posidonomya orbicularis* Münst.
. . . . . *variabilis* Orb.	*Pentacrinus jurensis* Quenst.
Nautilus Toarcensis Orb.	

auch gehen *Ammonites bifrons* und *lythensis*, *Belemnites irregularis* und *tripartitus*, *Inoceramus cinctus* noch in diese Stufe mit herauf.

In Schwaben wird diese, höchstens 8 bis 10 Fuss mächtige Stufe von hellgrauen mergeligen Kalksteinen mit Thonlagen gebildet; obwohl nicht überall nachweisbar erlangt sie doch, als der eigentliche Schlussstein der ganzen Liasformation, eine grosse Wichtigkeit. In Baden und Baiern (bei Altdorf) sind es sehr ähnliche Gesteine; ebenso auch bei Uhrweiler im Dép. du Bas Rhin. Bei Metz ist die Zone durch Terquem, bei Salins durch Marcou, bei la Verpillière und St. Quentin durch Oppel, bei Thouars durch d'Orbigny nachgewiesen worden. In England lässt sie sich bei Ilminster (Somersetshire) und bei Frocester (Gloucestershire, hier als ein oolithischer thoniger Kalkmergel) mit Bestimmtheit erkennen.

§. 406. *Organische Ueberreste der Liasformation.*

Die Liasformation wird in allen Ländern durch ihre organischen Ueberreste auf eine so bestimmte Weise charakterisirt, dass sie mit Recht als eine von denjenigen Formationen bezeichnet worden ist, welche vorzugsweise als geognostische Horizonte dienen können, um sich von ihnen aus sowohl aufwärts als abwärts zu orientiren. Fast alle ihrer Fossilien sind ihr eigenthümlich, gehören ihr ausschliesslich an, was für Frankreich und England eben sowohl wie für Teutschland gilt. Als die wichtigsten Momente dürften etwa die folgenden hervorzuheben sein.

I. Pflanzen.

Man kennt gegenwärtig aus der Liasformation über 120 Pflanzenspecies, wenn nämlich die aus der Bonebedgruppe und den Grestener-Schichten stammenden Pflanzen mit hinzugerechnet werden. Unter den Fucoiden sind namentlich der in den Liasschiefern vorkommende *Sphaerococcites granulatus Bronn* und der *Chondrites Bollensis Kurr* als ein paar recht häufige Formen zu erwähnen. Ein von den gleichnamigen Formen des Keupers verschiedenes *Equisetum* ist in den Liassandsteinen der Gegend von Eisenach, Gotha und Helmstädt bekannt, und Unger führt *Equisetites austriacus* aus der Gegend von Waidhofen in Oesterreich auf.

Von Farnen ist *Clathropteris meniscoides Brong.* eine in den Liassandsteinen verschiedener Länder sehr ausgezeichnete Form; auch kommen in der Gegend von Baireuth, Culmbach und Halberstadt noch viele andere Farne vor, unter denen besonders *Taeniopteris vittata* und *Alethopteris whitbyensis* zu nennen sein dürften, welche in den liasischen Kohlenrevieren der österreichischen Alpen und, nach Göppert*), am Kaukasus gleichfalls bekannt sind. Von Marsileaceen nennen wir die *Jeanpaulia dichotoma Ung.*

Die in der ganzen jurassischen Formationsgruppe so wichtigen Cycadeen machen sich auch in der Liasformation als sehr bedeutsame Formen bemerkbar, aus welcher schon Unger nicht weniger als 5 Species von *Cycadites*, 8 Sp. von *Zamites*, 15 Sp. von *Pterophyllum* und 9 Sp. von *Nilssonia* aufführt, wäh-

*) Abhandl. der schles. Ges. für vaterl. Cultur; 1861, Heft II, S. 189.

rend nach Göppert fast die Hälfte aller bekannten liasischen Pflanzenspecies zu den Cycadeen gehören dürfte. Endlich sind noch die Coniferen zu erwähnen, von welchen wahrscheinlich der grössere Theil jener versteinerten Hölzer abstammt, welche im Liaskalksteine verschiedener Länder gefunden werden; dahin gehören namentlich die Species *Peuce Württembergensis Ung.*, *P. Lindleyana With.*, *P. Huttoniana With.* und *Araucarites peregrinus*, dessen Zweige nicht selten vorkommen.

II. Thiere.

Eine recht auffallende Erscheinung in der Fauna der Liasformation ist die grosse Armuth an Amorphozoën und Korallen, indem man bis jetzt von ersteren fast gar keine, von letzteren nur sehr wenige Formen kennen gelernt hat. Auch die Foraminiferen oder Rhizopoden waren bisher nicht sehr reichlich vertreten; doch sind in neuerer Zeit durch Bornemann aus der Gegend von Göttingen, und durch Terquem im Departement der Mosel viele Species nachgewiesen worden.

Ueber die wenigen Korallen der englischen Liasformation gab Brodie einige speciellere Mittheilungen. Im untersten Lias mit *Ammonites Bucklandi* ist eine sehr verbreitete *Isastraea* und eine *Cladophyllia* bekannt; in den obersten, durch *Ammonites raricostatus* charakterisirten Schichten des unteren Lias ist eine *Montlivaltia* reichlich vorhanden, und auch ein *Thecocyathus* nachgewiesen; der mittlere Lias hat ein paar Species geliefert, und im oberen Lias finden sich Arten von *Thecocyathus* und *Trochocyathus*. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 17, *p.* 151.

Erst mit den Echinodermen gewinnt die liasische Fauna eine grössere Bedeutung, und wohl darf man behaupten, dass die Krinoiden, die Mollusken, die Fische und die Reptilien als diejenigen Abtheilungen des Thierreiches zu betrachten sind, deren Ueberresten allein eine chthonographische Wichtigkeit zugestanden werden kann, weil die eigentlichen Leitfossilien nur von ihnen geliefert worden sind.

1. Echinodermen. Vor allen sind es Krinoiden, aber unter ihnen doch nur die Formen des Genus *Pentacrinus*, welche eine grosse Bedeutung erlangen, weil ihre Ueberreste in ganz ausserordentlicher Häufigkeit und Verbreitung auftreten. Von Echiniden sind zwar einige Species von *Cidaris* und *Diadema* bekannt, deren meist fragmentare Ueberreste hier und da und bisweilen sehr zahlreich vorkommen; allein gegen die Pentakriniten verdienen sie doch kaum eine Erwähnung. Von Stelleriden ist *Asterias lumbricalis* zu erwähnen, deren Abdrücke oder Steinkerne auf den Schichtungsflächen des unteren Liassandsteins oft sehr häufig beisammen liegen.

2. Mollusken. Unter den Brachiopoden können fast nur die Geschlechter *Terebratula*, *Rhynchonella* und *Spirifer* in Betrachtung kommen, weil sie, wenn auch nicht gerade in vielen Species, so doch oft in grosser Menge der Individuen auftreten. Doch verdient es bemerkt zu werden, dass Davidson und Bouchard aus dem Lias von Ilminster und Montpellier auch mehre kleine Species von *Leptaena* und anderen Gattungen nachgewiesen haben.

Aus der Abtheilung der Conchiferen sind es besonders die Geschlechter *Gryphaea*, *Plicatula*, *Pecten*, *Lima*, *Posidonomya*, *Inoceramus*, *Avicula*, *Cardinia*, *Nucula*, *Leda*, *Mytilus*, *Pholadomya* und *Astarte*, aus deren Bereiche theils einzelne, theils mehre Species als vorzüglich wichtige Leitmuscheln der Liasformation betrachtet werden müssen.

Weit geringer ist die Zahl der Leitfossilien aus der Abtheilung der Gastropoden, obgleich mehre Species der Geschlechter *Turbo*, *Trochus*, *Pleurotomaria* und *Cerithium*, so wie einzelne Species aus anderen Geschlechtern eine nicht unbedeutende Verbreitung gewinnen.

Die Cephalopoden bilden unstreitig die wichtigste und reichhaltigste Abtheilung der Mollusken; namentlich erscheinen die Belemniten und Ammoniten, welche (abgesehen von der Alpinischen Trias) in der Liasformation zuerst auftreten, nicht nur in einer grossen Anzahl von Species, sondern auch oft in einer unzähligen Menge der Individuen; ungeheure Individuen, sagte Leopold v. Buch vom *Ammonites Bucklandi*, liegen unten dicht an einander gedrängt, und bilden ein wahres Pflaster von Ammoniten; dasselbe lässt sich auch von anderen Ammoniten und mehren Belemniten behaupten. Das Genus *Nautilus* wird nur durch ein paar Species vertreten, unter welchen besonders *N. striatus* von Wichtigkeit ist. Endlich kommen auch im unteren und oberen Liasschiefer die Ueberreste von nackten Cephalopoden, nämlich die Schulpen und Tintenbeutel von *Loligo*, *Teuthopsis*, *Belopeltis* u. a. vor.

Die von Alcide d'Orbigny aufgeführten Turriliten sollen nach Quenstedt nur monströse Exemplare von *Ammonites bifer*, *A. raricostatus* und *A. planicosta* sein. Die Cephalopoden S. 83 und 84.

3. Crustaceen. Aus dieser Abtheilung des Thierreiches sind nur einige Krebse zu erwähnen, unter denen *Eryon Hartmanni* schon länger bekannt ist.

4. Insecten. Der untere Lias in Gloucestershire hat viele Insectenreste geliefert, welche von Brodie und Westwood untersucht worden sind; meist waren es Flügeldecken von Käfern und Flügel von Hymenopteren, deren Formen mehr auf ein gemässigtes als auf ein heisses Klima verweisen sollen*). Dagegen hat Oswald Heer bei Müllingen im Kanton Aargau in den tiefsten Schichten der Liasformation 70 Species von Insecten (darunter 58 Käfer) nachgewiesen, deren Formen auf ein tropisches Klima hindeuten**).

5. Fische. Besonders in der oberen Etage der Formation ist ein grosser Reichthum von Fischresten niedergelegt, obwohl dergleichen auch schon in den tieferen Etagen vorkommen. Vorzüglich wichtig sind die Geschlechter *Tetragonolepis*, *Dapedius*, *Semionotus*, *Lepidotus*, *Eugnathus* und *Pachycormus*, indem von den vier ersteren die meisten, von den beiden letzteren doch noch viele Species der Liasformation eigenthümlich sind; auch *Pholidophorus* und *Leptolepis* haben viele Species geliefert, und die einzige bekannte Species des Genus

*) Neues Jahrb. für Min. 1846, S. 381.

**) Zwei geologische Vorträge gehalten im März 1852 von Oswald Heer und Escher von der Linth, S. 6.

Ptycholepis findet sich bei Boll in Württemberg, wie zu Whitby und Lyme-Regis in England*).

6. Reptilien. Die untere und die obere Etage der Liasformation waren diejenigen Gebiete, in welchen zugleich mit den Fischen auch gewisse Saurier eine ausserordentliche Entwickelung erlangten, daher denn auch die zahlreichsten und schönsten Ueberreste dieser Thiere aus diesen beiden Etagen stammen, wo sie vorzugsweise in den bituminösen Schiefern begraben sind. Ausser den seltenen fast vollständigen Skeleten kommen sehr häufig grössere und kleinere Skelettheile, einzelne Knochen, Wirbel und Zähne, so wie die Koprolithen vor, welche letztere bisweilen (wie in Gloucestershire) zu förmlichen Schichten angehäuft sind. Namentlich finden sich gar nicht selten Ueberreste von *Ichthyosaurus communis*, *I. tenuirostris*, *I. platyodon* und *I. intermedius* sowie von *Plesiosaurus dolichodeirus* im unteren Lias von Dorsetshire in England; eben so Ueberreste theils derselben, theils anderer Species von *Ichthyosaurus* und von *Teleosaurus* im oberen Lias Württembergs, Frankens und der Gegend von Whitby und Ilminster in England; während die langhalsigen Plesiosaurus-Arten bis jetzt fast nur aus England bekannt worden sind. Auch Flugechsen kommen schon im Lias vor, wie der *Pterodactylus macronyx*; ebenso Ueberreste von *Mystriosaurus*, *Macrospondylus* und *Pelagosaurus*.

Ueberhaupt betrug nach Bronn schon im Jahre 1849 die Zahl der aus der Liasformation bekannten Thierspecies 829, welche sich auf die einzelnen Classen folgendermaassen vertheilen:

Polypen	6	Species	Cephalopoden . .	227	Species
Echinodermen .	23	,,	Würmer	9	,,
Brachiopoden .	36	,,	Crustaceen	12	,,
Conchiferen . .	219	,,	Hexapoden	34	,,
Protopoden . . .	2	,,	Fische	132	,,
Gastropoden . .	89	,,	Reptilien	40	,,

Die wichtigsten Leitfossilien aber, welche in den verschiedenen Etagen der Liasformation vorkommen, sind nach Oppel in folgender Uebersicht zusammengestellt.

Uebersicht der Leitfossilien der Liasformation.

I. Unterer Lias.

Echinodermen.

Pentacrinus tuberculatus Mill.	*Asterias lumbricalis* Schl.
. . . . . *Briareus* Mill.	*Acrosalenia minuta* Buckm.
. . . . . *scalaris* Mill.	*Cidaris arietis* Quenst.

*) A. Wagner gab in den Sitzungsber. der K. baier. Akad. der Wiss. 1860, S. 36 ff eine Abhandlung über diejenigen Arten von Fischen und Sauriern, welche im unteren und oberen Lias zugleich vorkommen sollen. Im Ganzen werden etwa 130 Arten Fische aus 36 Gattungen angegeben; davon sollen 11 beiden Etagen des Lias gemein sein; der Verf. zeigt, dass diese Zahl jedenfalls vermindert werden muss. Aehnlich verhält es sich mit den Sauriern. Vergl. auch Oppel, die Juraformation u. s. w. S. 204 ff.

Brachiopoden.

Terebratula Rehmanni Buch
. . . . . *Causoniana* Orb.
Spirifer Walcotti Sow.
. . . . *verrucosus* Buch
Rhynchonella variabilis Schl.
. . . . . . *plicatissima* Quenst.
. . . . . . *oxynoti* Quenst.

Conchiferen.

Ostrea semiplicata Münst.
. . . . *sublamellosa* Dunk.
Gryphaea arcuata Lam.
. . . . . *obliqua* Goldf.
Plicatula ventricosa Münst.
. . . . *Oceani* Orb.
Pecten textorius Schl.
. . . *Hehli* Orb.
Perna Gueuxi Orb.
. . . *Hagenowi* Orb.
Gervillia lanceolata Sow.
Avicula Kurri Opp.
. . . . *Sinemuriensis* Orb.
. . . . *papyracea* Murch.
Lima gigantea Sow.
. . . *punctata* Sow.
. . . *succincta* Schl.
. . . *pectinoides* Sow.
Mytilus minimus Goldf.
. . . . *Hillanus* Goldf.
. . . . *Morrisi* Opp.
Mytilus laevis Orb.
. . . . *nitidulus* Orb.
Pinna Hartmanni Ziet.
Unicardium cardioides Orb.
Cardium Philippianum Dunk.
Cardinia Listeri Ag.
. . . . *crassiuscula* Ag.
. . . . *concinna* Ag.
. . . . *elongata* Dunk.
. . . . *hybrida* Ag.
Hippopodium ponderosum Sow.
Astarte Gueuxi Orb.
Tancredia securiformis Dunk.
Leda Romani Opp.
. . . *Renevieri* Opp.
Goniomya Sinemuriensis Orb.
Pholadomya glabra Ag.
. . . . . . *Woodwardi* Opp.
. . . . . . *Fraasi* Opp.
Panopaea liasina Orb.
. . . . . *Galatea* Orb.

Gastropoden.

Dentalium Andleri Opp.
Cerithium subturritella Orb.
Pleurotomaria polita Goldf.
. . . . *similis* Sow.
Nerita liasina Orb.
Natica subangulata Orb.
Litorina clathrata Desh.
Actaeonina fragilis Orb.
Chemnitzia Zinkeni Orb.
. . . . . . *solidula* Orb.

Cephalopoden.

Ammonites planorbis Sow.
. . . . . . *Johnstoni* Sow.
. . . . . . *angulatus* Schl.
. . . . . . *Bucklandi* Sow.
. . . . . . *bisulcatus* Brug.
. . . . . . *rotiformis* Sow.
. . . . . . *Sinemuriensis* Orb.
. . . . . . *Conybeari* Sow.
. . . . . . *spiratissimus* Quenst.
. . . . . . *liasicus* Orb.
. . . . . . *Bodleyi* Buckm.
. . . . . . *geometricus* Opp.
. . . . . . *Gmündensis* Opp.
. . . . . . *Scipionanus* Orb.
. . . . . . *Sauzeanus* Orb.
Ammonites laevigatus Sow.
. . . . . *Bonnardi* Orb.
. . . . . *stellaris* Sow.
. . . . . *Brooki* Sow.
. . . . . *obtusus* Sow.
. . . . . *Birchi* Sow.
. . . . . *lacunatus* Buckm.
. . . . . *raricostatus* Ziet.
. . . . . *oxynotus* Quenst.
. . . . . *planicosta* Sow.
. . . . . *Ziphus* Ziet.
. . . . . *bifer* Quenst.
. . . . . *densinodus* Quenst.
Nautilus striatus Sow.
Belemnites acutus

II. Mittlerer Lias.

Ecchinodermen.

Pentacrinus subangularis Mill.
. . . . . *basaltiformis* Mill.
. . . . . *laevis* Mill.
Apiocrinus amalthei Quenst.
Cidaris amalthei Quenst.

Brachiopoden.

Terebratula quadrifida Lam.
. . . . . . *cornuta* Sow.
. . . . . . *resupinata* Sow.
. . . . . . *Moorei* Dav.
. . . . . . *Heyseana* Dunk.
. . . . . . *numismalis* Lam.
. . . . . . *punctata* Sow.
. . . . . . *subovoides* Röm.
Rhynchonella rimosa Buch
Rhynchonella Thalia Orb.
. . . . *variabilis* Schl.
. . . . *amalthei* Quenst.
. . . . *furcillata* Buch
. . . . *tetraëdra* Sow.
. . . . *quinqueplicata* Ziet.
. . . . *acuta* Sow.
Spirifer rostratus Schl.
. . . . *Münsteri* Dav.

Conchiferen.

Gryphaea cymbium Lam.
Plicatula spinosa Sow.
Pecten aequivalvis Sow.
. . . . *sublaevis* Phill.
. . . . *velatus* Goldf.
. . . . *priscus* Schl.
. . . . *Philenor* Orb.
Inoceramus ventricosus Sow.
. . . . . . *substriatus* Goldf.
Avicula sexcostata Röm.
Limea acuticosta Goldf.
Lima Hermanni Ziet.
Mytilus scalprum Sow.
Pinna folium Young
. . . *Moorei* Opp.
Arca Münsteri Goldf.
. . . *Buckmani* Rich.
Unicardium Janthe Orb.
Cardium truncatum Sow.
Isocardia cingulata Goldf.
Astarte arealis Röm.
Nucula cordata Goldf.
Leda complanata Goldf.
. . . *acuminata* Goldf.
. . . *subovalis* Goldf.
. . . *Galatea* Orb.
Lyonsia unioides Orb.
Pholadomya ambigua Sow.
. . . . . . *decorata* Hartm.
. . . . . . *obliquata* Phill.

Gastropoden.

Dentalium giganteum Phill.*)
Pleurotomaria rotundata Münst.
. . . . *expansa* Orb.
. . . . *heliciformis* Deslg.
. . . . *anglica* Goldf.
Turbo paludinaeformis Schübl.
. . . *heliciformis* Ziet.
. . . *Nicias* Orb.
Trochus glaber Koch
Chemnitzia undulata Orb.

Cephalopoden.

Ammonites armatus Sow.
. . . . . *capricornus* Schl.**)
. . . . . *brevispina* Sow.
. . . . . *Jamesoni* Sow.
Ammonites bipunctatus Röm.
. . . . . *Davoei* Sow.
. . . . . *lynx* Orb.
. . . . . *Loscombi* Sow.

---

*) Bis jetzt nur in England.

**) Wegen der Synonymik bemerken wir, dass *Am. capricornus* = *A. maculatus* Young, *Am. brevispina* = *A. natrix* Ziet., *Am. bipunctatus* = *A. Valdani* Orb., *Am. margaritatus* = *A. amaltheus* Schl. und *Am. spinatus* = *A. costatus* Schl.

Ammonites ibex Quenst.
. . . . . *fimbriatus* Sow.
. . . . . *Henleyi* Sow.
. . . . . *Taylori* Sow.
. . . . . *pettos* Quenst.
. . . . . *margaritatus* Montf.
. . . . . *spinatus* Brug.
. . . . . *globosus* Ziet.
. . . . . *Zetes* Orb.

Nautilus intermedius Sow.
Belemnites elongatus Mill.
. . . . . *paxillosus* Schl.
. . . . . *clavatus* Schl.
. . . . . *compressus* Stahl
. . . . . *umbilicatus* Blainv.
. . . . . *breviformis* Ziet.
. . . . . *longissimus* Mill.

III. Oberer Lias.

Echinodermen.

Pentacrinus Bollensis Schl.
. . . . . *fasciculosus* Schl.
. . . . . *Quenstedti* Opp.

Pentacrinus jurensis Quenst.
Acrosalenia crinifera Wright

Brachiopoden.

Discina papyracea Quenst.

Conchiferen.

Pecten incrustatus Defr.
Avicula substriata Ziet.
Lima Galatea Orb.
Posidonomya Bronni Voltz

Inoceramus undulatus Ziet.
. . . . *dubius* Sow.
Goniomya rhombifera Ag.
Plicatula spinosa Sow.

Gastropoden.

Pleurotomaria intermedia Münst.
Natica Pelops Orb.

Cephalopoden.

Ammonites bifrons Brug.*)
. . . . . *serpentinus* Rein.
. . . . . *falcifer* Sow.
. . . . . *elegans* Sow.
. . . . . *discoides* Ziet.
. . . . . *lythensis* Young
. . . . . *concavus* Sow.
. . . . . *radians* Rein.
. . . . . *costula* Rein.
. . . . . *Aalensis* Ziet.
. . . . . *Thouarsensis* Orb.
. . . . . *variabilis* Orb.
. . . . . *insignis* Schübl.
. . . . . *sternalis* Buch
. . . . . *heterophyllus* Sow.
. . . . . *Calypso* Orb.
. . . . . *jurensis* Ziet.

Ammonites hircinus Schl.
. . . . . *cornucopiae* Young
. . . . . *anguinus* Rein.
. . . . . *annulatus* Sow.
. . . . . *communis* Sow.
. . . . . *crassus* Phill.
. . . . . *fibulatus* Sow.
. . . . . *subarmatus* Young
Nautilus toarcensis Orb.
Belemnites papillatus Ziet.
. . . . . *acuarius* Schl.
. . . . . *longisulcatus* Voltz
. . . . . *tricanaliculatus* Ziet.
. . . . . *digitalis* Blainv.
. . . . . *exilis* Orb.
. . . . . *tripartitus* Schl.
. . . . . *pyramidalis* Münst.

---

*) Der Synonymik wegen sei hier bemerkt, dass *Am. bifrons* = *Am. Walcotti* Sow. Der bei Boll häufig vorkommende *Am. Bollensis* Ziet. wird von Oppel für einen platt gedrückten *Am. fibulatus*, von Quenstedt für einen dergleichen *Am. subarmatus* erklärt.

Zweites Kapitel.

Juraformation.

§. 407. *Einleitung.*

Während die Liasformation in ihren vorwaltenden Gliedern fast überall noch eine grosse petrographische Aehnlichkeit, und in ihren verschiedenen Etagen eine ziemlich übereinstimmende Aufeinanderfolge ähnlicher Gesteine erkennen lässt, so findet diess in einem weit geringeren Grade bei der Juraformation Statt, welche in ihren verschiedenen Territorien eine grosse Manchfaltigkeit der Gesteine, und eine oft sehr verschiedene Lagerungsfolge ihrer petrographisch verschiedenen Glieder zeigt. Zwar sind es im Allgemeinen abermals Kalksteine und Sandsteine, Thone und Schieferthone, welche als die vorwaltenden Materialien auftreten; aber die Kalksteine insbesondere erscheinen in so mancherlei Varietäten, und diese Varietäten behaupten so wenig eine bestimmte bathrologische Stellung, dass eine auf blose petrographische Eigenschaften gegründete Gliederung immer nur für einzelne Territorien durchzuführen, und daher auch nur von localem Werthe sein wird. Um so wichtiger werden im Gebiete der Juraformation die paläontologischen Merkmale, welche allein einen sicheren Leitfaden bei der Unterscheidung ihrer verschiedenen Etagen zu gewähren vermögen.

Unsere Kenntniss der Juraformation ist von England ausgegangen, wo sie in einer grossen Vollständigkeit ausgebildet und früher als anderwärts ein Gegenstand gründlicher Untersuchung gewesen ist. Man pflegt sie dort, wegen des wiederholten Auftretens mächtiger oolithischer Kalksteine, *the oolitic system* oder die Oolithformation zu nennen, und hat, bei der Reichhaltigkeit ihrer dortigen Entwickelung, in ihrer Zusammensetzung viele Haupt- und Nebenglieder unterscheiden können, welche mit besonderen Provinzial- oder Localnamen belegt wurden, obgleich die Nebenglieder auch dort meist nur eine geringere Verbreitung besitzen.

Doch fangen die Engländer jetzt auch an, sich des Ausdrucks *jurassic system* zu bedienen, für welchen sich Robertson erklärte, weil ja oolithische Kalksteine fast in allen Formationen bekannt seien. *Quarterly Journal of the geol. soc. III p.* 127. Noch wichtiger ist vielleicht der Grund, dass dergleichen Kalksteine in vielen und bedeutenden Territorien der Formation gar nicht vorkommen, und dass mächtige Glieder derselben oftmals als Sandstein ausgebildet sind. „Es ist doch zu widerstrebend, sagte Leopold v. Buch, und es verursacht in der That noch täglich grosse Verwirrung, wenn man fortfährt, einen groben, braunen Sandstein, der von Oolithen gar nichts Aehnliches hat, dennoch immerfort Oolith zu nennen." Ueber den Jura in Deutschland, S. 15.

Bei dem Studio der Juraformation in anderen Ländern wurde nun ihre englische Ausbildungsweise gleichsam als der Normaltypus betrachtet, welcher sich überall in ähnlicher Weise wiederholen müsse; weshalb man denn anfangs bemüht war, alle Glieder und Gliedchen der englischen Juraformation

auch anderwärts nachzuweisen, indem man sowohl petrographische als paläontologische Aehnlichkeiten geltend zu machen suchte*).

Wenn nun aber auch nicht geläugnet werden kann, dass eine solche Parallelisirung für die Hauptglieder nach paläontologischen Merkmalen oft wirklich durchzuführen ist, so muss man doch für die Nebenglieder darauf verzichten, überhaupt aber der petrographischen Aehnlichkeit nur eine untergeordnete Bedeutung zugestehen, und auch die paläontologischen Analogieen mit einer gewissen Vorsicht geltend machen, weil alle die in §. 263 (S. 41 f. dieses Bandes) und in den vorausgehenden Paragraphen besprochenen Verhältnisse ihren Einfluss ausgeübt zu haben scheinen, um den gleichzeitigen Etagen der Juraformation in verschiedenen Bildungsräumen eine mehr oder weniger abweichende petrographische und paläontologische Facies zu ertheilen.

Erweist sich doch selbst in England die Juraformation sehr verschiedentlich ausgebildet, wie z. B. in den Gegenden von Oxfordshire und Yorkshire; kann es uns daher wohl befremden, wenn sich in Frankreich, Teutschland oder in Russland noch grössere Verschiedenheiten herausstellen? Man vergleiche die Bemerkungen von Bronn in der Lethäa, 3. Aufl. 2. Lief. S. 9 und 20.

Desungeachtet sind die Analogieen immer noch auffallend genug, so dass es zweckmässig erscheint, gegenwärtiges Kapitel mit einer Uebersicht der englischen Juraformation zu eröffnen, um den Leser mit der Gliederung und Nomenclatur dieses zuerst bekannt gewordenen Typus vertraut zu machen, dessen Verhältnisse auf die Untersuchung und Darstellung der meisten jurassischen Territorien einen so wesentlichen Einfluss ausgeübt haben. Dann werden wir eine specielle Schilderung der beiden, von Leopold v. Buch so naturgemäss begründeten Hauptabtheilungen der Juraformation, unter besonderer Berücksichtigung ihrer teutschen Vorkommnisse, zu geben versuchen, und daran eine Vergleichung der englischen, französischen und südteutschen Juraformation knüpfen**).

---

*) Besonders in Frankreich ist man in solcher Parallelisirung der dortigen jurassischen Bildungen mit der englischen Juraformation oft sehr weit gegangen, gegen welche *Anglomanie des géologues parisiens* sich Marcou recht lebhaft ausspricht in seinen *Lettres sur les roches du Jura, p.* 129 ff., in denen auch S. 89 bis 45 eine treffliche Darstellung der Juraformation des Franche-Comté mitgetheilt wird, welche allerdings von jener Anglomanie möglichst frei gehalten ist. Marcou nimmt übrigens in Europa vier verschiedene marine Provinzen der Juraformation an, nämlich die *Province normando-bourguignonne*, die *P. hispano-alpine*, die *P. criméo-caucasienne* und die *P. moscovite*. Die zweite und dritte dieser Provinzen entsprechen ungefähr dem mittelländischen Jurabecken L. v. Buchs.

**) Der Raum zwingt uns zu möglichster Kürze; müssen wir uns also auch auf einige Territorien beschränken, so werden wir doch bemüht sein, in denen die Gesteine betreffenden Paragraphen wenigstens die petrographischen Eigenthümlichkeiten anderer Territorien beiläufig mit zu erwähnen. In einem »Lehrbuche der Geognosie« können unmöglich alle die verschiedenen Facies vorgeführt werden, welche eine und dieselbe Formation in ihren verschiedenen Bildungsräumen zeigt; vielmehr ist es die Aufgabe eines solchen Buches, den Schüler mit einigen wenigen, besonders ausgezeichneten und gründlich erforschten Territorien bekannt zu machen, um ihm damit ein Anhalten für die Beurtheilung anderer Territorien zu gewähren. Und dieser Aufgabe glauben wir in der oben bezeichneten Weise entsprechen zu können.

§. 408. *Uebersicht der englischen Juraformation.*

Ganz England wird von Lyme-Regis über Leicester bis nach Whitby, also anfangs in der Richtung von SW. nach NO., dann in mehr nördlicher Richtung von einem breiten Gürtel der Juraformation durchzogen, innerhalb dessen sich gewöhnlich drei Höhenzüge und drei, an deren Fusse hinziehende Streifen von Flachland unterscheiden lassen. Die drei, nach Westen oft terrassenartig abfallenden Höhenzüge werden von eben so vielen Kalkstein-Etagen, ihre Zwischenräume dagegen von thonigen Gesteinen gebildet. Am Fusse der westlichen Terrasse breitet sich die Liasformation aus, deren Gränze gegen die Juraformation, bei der völlig concordanten Lagerung und oft ähnlichen Gesteinsbeschaffenheit, bisweilen schwierig zu bestimmen ist. Diese Juraformation wird von den englischen Geologen zuvörderst in drei Abtheilungen gebracht, welche man als *lower*, als *middle* und *upper Oolite* bezeichnet; innerhalb einer jeden dieser Abtheilungen aber werden zwei Hauptglieder und einige Nebenglieder unterschieden, so dass sich für die ganze Formation überhaupt folgende Gliederung herausstellt.

I. *Lower Oolite.*

1. *Inferior Oolite,* oder Grundoolith, unter welchem noch hier und da ein kalkig-kieseliger Sand, so wie über ihm die *Fullersearth* unterschieden wird.
2. *Great Oolite,* oder grosser Oolith; als mehr oder weniger locale Nebenglieder erscheinen noch unter ihm der *Stonesfield-slate,* über ihm der *Bradford-clay,* der *Forest-marble* und der *Cornbrash.*

II. *Middle Oolite.*

3. *Oxford-clay;* Oxfordthon, er beginnt mit dem sog. *Kelloway-rock.*
4. *Coral-Rag;* als locale Nebenglieder unterscheidet man unter ihm den *lower,* und über ihm den *upper calcareous grit.*

III. *Upper Oolite.*

5. *Kimmeridge-clay,* oder Kimmeridgethon.
6. *Portlandstone,* oder Portlandkalk; zwischen beiden liegt noch der *Portlandsand.*

Diese Gliederung gilt jedoch nur für das südliche und mittlere England, und ist auch dort wohl nirgends in ihrer ganzen Vollständigkeit anzutreffen, weil die Nebenglieder nur auf einzelne Regionen, uud selbst die beiden Hauptglieder der oberen Abtheilung nur auf die südlichen Grafschaften beschränkt sind. In den nördlichen Grafschaften aber, und zumal in Yorkshire geben sich in der Zusammensetzung der Juraformation so auffallende Abweichungen zu erkennen, dass wir ihre dortigen Verhältnisse zu Ende dieses Paragraphen besonders erwähnen müssen.

Wir werden später sehen, dass die drei unteren Hauptglieder, mit Ausschluss des Oxfordthones, dem braunen Jura, die folgenden drei Glieder dem weissen Jura der teutschen Geologen aequivalent sind, so weit nämlich überhaupt eine Parallelisirung zwischen entlegenen Territorien der Juraformation durchgeführt werden kann.

I. *Lower Oolite*, oder untere Abtheilung der englischen Juraformation. Diese Abtheilung ist es besonders, in welcher viele Glieder unterschie-

den worden sind, von denen manche selbst für England nur eine locale Bedeutung haben.

1. *Inferior Oolite*, oder Grundoolith. Sand und Sandstein*) von gelber, brauner, blaulichgrauer oder grünlichgrauer Farbe, meist sehr eisenschüssig und oft reich an oolithischem Eisenerz, bisweilen glaukonitisch, nicht selten mit Concretionen eines härteren kalkigen Sandsteins, bildet in den mittleren Grafschaften, wie in Oxfordshire, Northamptonshire und Rutlandshire, die vorwaltenden Massen, zu welchen sich anderwärts sehr mächtige, aber oft unreine oolithische Kalksteine gesellen, so dass die Mächtigkeit der ganzen Etage bis zu einigen hundert Fuss steigen kann, während sie meist viel geringer ist. Bei Bridport, Dundry, Leckhampton und a. O. ist diese Etage sehr reich an trefflich erhaltenen Fossilien, unter denen *Rhynchonella spinosa* und *cynocephala*, *Terebratula perovalis*, *Pecten pumilus*, *Ostrea flabelloides*, *Lima pectiniformis*, *Trigonia costata* und *signata*, *Ammonites Murchisonae*, *A. Humphresianus* und *Ammonites Parkinsoni* zu erwähnen sind.

In Gloucester und Somerset geht dieser Sand nach unten in grünlichblaue Mergel über, während er nach oben von grobem oolithischem Kalkstein bedeckt wird; ja, am östlichen Ende der Mendipkette erscheint nach Buckland und Conybeare unmittelbar über dem Kohlenkalkstein ein gelber oder rother, braunoolithischer Kalkstein (*Trans. of the geol. soc.* 2. *ser. I, p.* 306); so wie auch in den Cotteswoldhills nach Brodie der Grundoolith grossentheils von pisolithischen oder oolithischen, oft weissen Kalksteinen gebildet wird, auf welche ein brauner, grober sandiger Kalkstein (*calcareous grit*) folgt. *Quart. Journ. of the geol. soc. I, p.* 220. Nach Murchison sollen sich diese Schichten von Cotteswold einerseits bis Bridport in Dorsetshire, anderseits bis Scarborough in Yorkshire verfolgen lassen. *Sil. Syst. p.* 16.

Wright hat neulich gezeigt, dass der *Inferior Oolite* in drei Zonen getheilt werden kann, welche paläontologisch sehr gut charakterisirt sind; nämlich

a. Zone des *Ammonites Murchisonae*, welche oft fehlt;
b. Zone des *Am. Humphriesianus*, welche weiter verbreitet ist, und
c. Zone des *Am. Parkinsoni*, welche die meiste Verbreitung hat, und oft allein den *Inferior Oolite* repräsentirt.

Wenn auch mehre Conchiferen und einige Gastropoden allen drei Zonen gemein sind, so erweisen sich dagegen die Cephalopoden, Brachiopoden, Echinodermen,

*) Indess ergiebt sich aus den neueren Untersuchungen von Wright, dass in Gloucestershire und Dorsetshire diese sandigen Schichten grossentheils noch dem oberen Lias angehören, da sie bei Cheltenham, Stonehouse, Bridport und anderen Orten von einigen Schichten braunen, oolithischen Kalksteins bedeckt werden, welche reich an

Ammonites insignis Schübl. — *Ammonites opalinus* Rein.
. . . . . . *radians* Schl. — *Nautilus inornatus* Sow.
. . . . . . *hircinus* Schl. — *Belemnites compressus* Voltz
. . . . . . *jurensis* Ziet. — . . . . . *breviformis* Voltz

und anderen ächt liasischen Formen sind, dergleichen auch viele in dem Sande selbst vorkommen. Wright nennt diese Schichten *Cephalopoda-beds*, weil sie besonders durch ihre Cephalopoden charakterisirt werden, und vergleicht sie sehr richtig mit Quenstedts Etage ζ des Lias und einem Theile der Etage α des braunen Jura, mit dem von Terquem beschriebenen *grès supraliasique* im Dép. der Mosel, und mit der von Chapuis und Dewalque beschriebenen obersten Etage der Liasformation Luxemburgs. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. XII*, 1856, *p.* 292 ff.

Anthozoën und Polyzoën in jeder Zone verschieden. Die Zone des *Am. Parkinsoni* hat viele Mollusken, Echinodermen und Korallen mit dem Cornbrash, und die Zone des *Am. Murchisonae* einige Conchiferen mit den Jurensis-Mergeln des oberen Lias gemein. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. XVI*, 1860, *p.* 1 ff. Da nun in den *Ammonites opalinus* der Cephalopoda-beds eine Hinweisung auf die Existenz einer noch tieferen Zone gegeben, auch *Am. torulosus* in England bekannt ist, so dürfte dort eine ganz ähnliche Gliederung der unteren Juraschichten Statt finden, wie in Schwaben.

Auf der Gränze des Inferior und des Great Oolite liegt mehrorts, zumal in der Gegend von Bath, eine bald über 100 F. mächtige, bald sich fast auskeilende Ablagerung von gelbem und blauem Thone mit untergeordneten Schichten von Walkerde, weshalb diese ganze Zwischenbildung unter dem Namen *Fullers-earth* aufgeführt zu werden pflegt. Sie ist reich an *Terebratula ornithocephala, Rhynchonella varians, Goniomya angulifera, Lima pectiniformis* und anderen Fossilien, von denen die meisten höher aufwärts, und nur wenige tiefer abwärts vorkommen weshalb Oppel geneigt ist, die Fullers-earth mit der folgenden Etage zu verbinden

2. *Great Oolite*, oder Grossoolith. Deshalb so genannt, weil er die grosse z. Th. über 200 Fuss mächtige Haupt-Etage von oolithischem Kalkstein bildet welcher im südlichen und mittleren England als Baustein eine vielfältige Anwendung findet, und besonders in der Gegend von Bath eine sehr bedeutende Entwickelung gefunden hat, weshalb er auch oft unter dem Namen Bath-Oolith aufgeführt wird. Bei Stonesfield, unweit Woodstock in Oxfordshire kommt an der Basis des Great Oolite ein, durch seine eigenthümlichen organischen Ueberreste berühmter Kalkschiefer, der *Stonesfieldslate* vor. Der *Bradford-clay* scheint zum Theil ein Vertreter des Great Oolite zu sein, obgleich er auch bisweilen über ihm angetroffen wird. Der höher liegende *Forest-marble* ist ein grauer oder blaulicher, sehr fossilreicher Kalkstein, welcher in einem kalkigen Sandsteine liegt. Der *Cornbrash* endlich, welcher die untere Abtheilung beschliesst, besteht aus kalkigem Sandsteine, aus lockerem, graulichblauem Kalksteine und aus Thon.

Grossoolith. Nach unten sind es oft graue, dichte oder feinkörnige, nach oben dagegen gelblichweisse, oolithische Kalksteine, welche den *Great Oolite* zusammensetzen. Obwohl sie fast immer zwischen den Oolithkörnern Fragmente u. Gereibsel von Conchylien enthalten, so sind sie doch ziemlich arm an wohlerhaltenen Fossilien, dergleichen nur in einzelnen Schichten angehäuft sind; besonders bei Minchinhampton in Gloucestershire haben sich zahlreiche und schön erhaltene Formen gefunden; an 400 Species von Mollusken, dazu viele Echinodermen, Crustaceen, und Pflanzen. Die Schichten des Great Oolite sind zuweilen mit einer ausgezeichneten transversalen Plattung versehen, welche um so auffallender wird, wo sie oft nur einzelne Schichten betroffen hat, oder auch von einer Schicht zur andern ihre Richtung verändert.

Der Stonesfieldschiefer wurde sonst weit höher aufwärts versetzt, bis Lonsdale seine richtige Stellung erkannte *). Nach den Untersuchungen von Brodie hat er, ungeachtet seiner geringen Mächtigkeit, eine weit grössere Verbreitung, als man früher glaubte, indem er sich mit ziemlich gleichen Eigenschaften bis in die Gegend von Cheltenham verfolgen lässt, wo er in den Cotteswoldhills über 50 engl. Quadratmeilen ausgedehnt ist; auch bei Grantham und Stamford in Lincolnshire

*) *Proceedings of the geol. soc. I, p.* 414, und *Fossil Flora of Great Britain, III, p.* 61.

so wie bei Collyweston in Northamptonshire erscheint er wiederum, was z. Th. schon früher bekannt war. In allen diesen Gegenden ist es ein sehr dünnschichtiger, fast schieferiger, oft etwas oolithischer, sandiger Kalkstein, welcher in vielen unterirdischen Steinbrüchen gewonnen wird, und z. Th. so dünne Tafeln liefert, dass sie wie Dachschiefer zum Decken der Dächer benutzt werden. Bei Stonesfield ist er besonders reich an vielerlei Fossilien, unter denen namentlich viele Abdrücke von Farnen und Cycadeen, Insekten, Ueberreste von *Pterodactylus* und, als vorzüglich merkwürdig, Kinnladen von einigen didelphysartigen Säugethieren (*Amphitherium* und *Phascolotherium*) zu erwähnen sind.

Auch der Bradfordthon, welcher in Wiltshire bis 60 Fuss mächtig ist, während er anderwärts gänzlich vermisst wird, enthält viele und sehr gut erhaltene Fossilien, unter denen namentlich die zahlreichen Ueberreste von *Apiocrinus rotundus Mill.* bekannt sind, dessen Wurzelstöcke da, wo der Thon dem Great Oolite aufliegt, auf der Oberfläche des letzteren noch festsitzen.

Der Forestmarble, deshalb so genannt, weil seine mit zahlreichen Conchylien erfüllten Schichten z. Th. einen Lumachellmarmor liefern, und besonders im Whichwoodforste in Oxfordshire vorkommen, erscheint meist in plattenförmigen und selbst schieferigen Schichten, welche durch Thonlagen abgesondert, nach oben und unten aber von kalkigem Sandstein begränzt werden. Er ist ein blaulichgrauer oolithischer Kalkstein, voll dunkler gefärbter Conchylien, welche grossentheils mit denen des Cornbrash identisch sind.

Der Cornbrash stellt gewöhnlich einen lockeren, schüttigen, daher nur selten als Baustein brauchbaren Kalkstein von grauer Farbe dar, dessen dünne Schichten durch Thonlagen getrennt werden.

II. *Middle Oolite*, oder mittlere Abtheilung der englischen Juraformation. Diese, durch einen grossen Theil von England verbreitete Abtheilung lässt besonders zwei Etagen, den Oxfordthon und den Coral-Rag, unterscheiden.

3. *Kellowayrock* und *Oxfordclay*. Von Weymouth bis nach Scarborough besteht diese, stellenweise über 500 Fuss mächtige Etage vorwaltend aus einem dunkel blaulichgrauen, sehr zähen, etwas kalkhaltigen und daher mit Säuren aufbrausenden Thone, dem sogenannten Oxfordthone, welcher oft reich an Eisenkies und Gypskrystallen ist, auch Nieren und Septarien von mergeligem Kalkstein, und untergeordnete Schichten eines sehr bituminösen und kohligen Schieferthons enthält.

An seiner Basis erscheint ein Kalkstein, der sogenannte Kellowayrock, welcher bei Kelloway in Wiltshire fast nur aus Ammoniten besteht, dort nur einige wenige, in Yorkshire aber bis 30 Fuss mächtig ist, und in paläontologischer Hinsicht eine sehr wichtige, vom Oxfordthone zu trennende Stufe bildet. Ein paar vorzüglich charakteristische Formen dieses Kalksteins sind *Ammonites Lamberti*, *A. Jason*, *A. macrocephalus*, *A. Calloviensis*, *A. anceps* u. a.

Auch der Oxfordthon ist reich an organischen Ueberresten, zumal von Ammoniten und Belemniten, welche erstere meist verkiest als Steinkerne, bisweilen aber auch mit wohl erhaltener Schale vorkommen, wie namentlich bei Chippenham in Wiltshire, wo durch die Einschnitte der Great-Western-Eisenbahn Conchylien von wunderbarer Schönheit gewonnen worden sind.

4. *Coral-Rag* und *Calcareous grit*. Eine nach oben kalkige, nach unten sandige Etage von 100 bis 200 Fuss Mächtigkeit, welche zumal in Wiltshire und Berkshire, aber auch noch in Yorkshire ein mächtiges vorweltliches Koral-

lenriff umschliesst, dem sie ihren Namen zu verdanken hat. Ausser den Korallen dürften einige Species von *Nerinea*, *Melania Heddingtonensis* und *striata*, *Hemicidaris crenularis*, *Discoidea depressa* als besonders bezeichnend gelten.

Nach Conybeare und Phillips bestehen die untersten Schichten aus gelbem, mehr eisenschüssigem, mit vielen Kalktheilen gemengtem Quarzsande (*lower calcareous grit*), welcher Nieren eines kalkigen Sandsteins enthält, in denen schöne Versteinerungen vorkommen. Dann folgt der eigentliche, oft nur von Korallen, zumal von Asträen, Mäandrinen und Caryophyllien gebildete Coralrag, und endlich ein ziemlich dichter, oft oolithischer, gelblichweisser, mächtig geschichteter und dabei transversal zerklüfteter, an Conchylienfragmenten reicher Kalkstein; (*upper calcareous grit*).

III. *Upper Oolite*, oder obere Abtheilung der englischen Juraformation. Diese Abtheilung ist fast nur im südlichen Theile des Landes, in Berkshire, Wiltshire und Dorsetshire zur Ausbildung gelangt.

5. *Kimmeridge-clay*. Ein dunkel blaulichgrauer bis gelblichgrauer Schieferthon, oft reich an Gypskrystallen und an Eisenkies, auch an mancherlei Fossilien, unter denen besonders *Ostrea deltoidea* und *Exogyra virgula* sehr charakteristisch sind. An der Südküste, auf der Halbinsel Purbeck, erreicht diese Bildung eine Mächtigkeit von 600 Fuss, während sie bei Oxford nur noch 100 F. dick ist.

Zuweilen ist dieser Schieferthon sehr bituminös, so dass er bei Kimmeridge sogar als Feuermaterial benutzt wird; im Allgemeinen aber ist er sehr fein, oft spaltbar in grosse Platten, und mehr oder weniger kalkhaltig, daher mit Säuren oft aufbrausend. Durch Zersetzung des Eisenkieses und der Muschelschalen wird die Bildung von Gypskrystallen noch fortwährend unterhalten.

6. *Portlandstone*. Dieses Schlussglied der englischen Juraformation besteht hauptsächlich aus Kalksteinen, welche theils als gelblichgraue erdige, bisweilen fast kreideähnliche, theils als weisse, feine oolithische Kalksteine erscheinen, und besonders durch *Exogyra virgula*, *Ammonites triplicatus*, *Trigonia gibbosa* und *Pecten lamellosus* ausgezeichnet sind. Die Mächtigkeit beträgt 120 Fuss.

Die schönen oolithischen Kalksteine werden zumal auf der Halbinsel Purbeck in vielen Steinbrüchen gewonnen und weit verschifft; die bedeutendsten Gebäude von London sind aus ihnen erbaut. In Wiltshire und Dorsetshire sind die unteren Schichten oft sehr sandig und reich an Glaukonitkörnern (*Portlandsand*); die mittleren, sehr muschelreichen Schichten wechseln nach oben mit Hornsteinlagen; die obersten und letzten Schichten sind es besonders, welche aus fein oolithischem Kalkstein bestehen.

Auffallend verschieden ist die Ausbildung der englischen Juraformation im nördlichen Theile des Landes, namentlich in Yorkshire, von wo sie durch Phillips ausführlich beschrieben wurde*). Ihre dortige Ausbildungsweise gewinnt aber deshalb ein ganz besonderes Interesse, weil solche in der unteren Abtheilung eine gewisse Aehnlichkeit mit jener der teutschen Jura-

*) *Illustrations of the Geology of Yorkshire*, *I*, 2. *ed*. *p*. 8 ff.

formation, und zugleich eine steinkohlenführende Bildung erkennen lässt. Dasselbe ist auch hoch oben in Schottland bei Brora der Fall.

1. Untere Abtheilung der Juraformation in Yorkshire.

Bei fast 800 Fuss Mächtigkeit besteht sie dort sehr vorwaltend aus Sandstein und Schieferthon, mit vielen Pflanzenresten und mit Flötzen von Steinkohle; doch erscheint im oberen Dritttheil ihrer Höhe ein 30 bis 60 Fuss, und zuletzt, als Schlussstein der ganzen Abtheilung, ein 5 bis 10 Fuss mächtiges System von unreinen, oolithischen Kalksteinen, welche die Fossilien des Inferior Oolite*) und Cornbrash enthalten, wodurch denn auch die wahre bathrologische Stelle der Sandsteine bestimmt wird. Die tiefsten, etwa 60 Fuss mächtigen, sehr eisenschüssigen Sandsteine, welche Phillips als Dogger aufführt, die darüber liegende erste Etage des kohlenführenden Sandsteins nebst der ersten Kalksteinbildung entsprechen dem Inferior Oolite in den südlichen Theilen des Landes, während der obere kohlenführende Sandstein und der ihn bedeckende Kalkstein als das Aequivalent des Great Oolite und Cornbrash zu betrachten sind.

Phillips giebt folgende Beschreibung dieser Abtheilung, in welcher er fünf Glieder unterscheidet.

a. Dogger; er liegt unmittelbar auf dem Lias, und hat eine sehr wechselnde Gesteinsbeschaffenheit; im Allgemeinen ist es ein kalkiger und eisenschüssiger Sandstein, welcher oft Nester von Eisenstein, Kalkstein und rothem Thon umschliesst, und stellenweise reich an Conchylien des Grundoolithes ist, während er anderwärts frei davon erscheint. Mächtigkeit 10 bis 60 Fuss.

b. Unteres kohlenführendes Glied. Dasselbe besteht nach unten vorwaltend aus Schieferthon mit einigen Schichten von weissem Sandstein, und schmalen unregelmässigen Flötzen einer schlechten Kohle. Die Pflanzenreste einer der unteren Schichten sind vorzüglich Cycadeen und Farne; weiter aufwärts finden sich Equiseteten, oft in aufrechter Stellung. Nach oben walten die Sandsteine in grosser Mächtigkeit vor, und enthalten noch ein Kohlenflötz, welches an mehren Orten abgebaut wird. Mächtigkeit 500 Fuss.

c. Kalkstein; nach unten oolithisch, nach oben schieferig fast wie der Kalkschiefer von Stonesfield, stellenweise reich an Fossilien, darunter *Ammonites Humphriesianus, Belemnites giganteus* und andere Formen des Grundoolithes. Mächtigkeit 30 bis 60 Fuss.

d. Oberes kohlenführendes Glied. Ganz ähnlich dem unteren, nur liegen die Sandsteine mehr nach unten, die Schieferthone nach oben, auch sind die Pflanzenreste verschieden, obwohl immer noch vorwaltend Cycadeen und Farne. Mächtigkeit 200 Fuss.

e. Kalkstein; ähnlich dem Kalkstein c, an wenigen Puncten deutlich entblöst, und seinen organischen Ueberresten nach aequivalent dem Cornbrash; nur 5 bis 10 F. mächtig.

2. Mittlere Abtheilung der Juraformation in Yorkshire.

Sie entspricht sowohl nach ihren Gesteinen, als nach ihrer Gliederung und nach ihren Fossilien sehr wohl der gleichnamigen Abtheilung im mittleren

*) Nach Oppel, die Juraformation etc. S. 340.

England, lässt also besonders den Oxfordthon und den Coralrag als Hauptglieder unterscheiden.

Der Kellowayrock erscheint oft bis 30 Fuss mächtig mit seinen bezeichnenden Fossilien; über ihm breitet sich der sehr gut charakterisirte Oxfordthon aus. Hierauf folgt der Coralrag oder Coralline Oolite, wie ihn Phillips nennt, mit seinen Korallen, Echiniden und anderen Fossilien, getragen und bedeckt von kalkigen Sandsteinen, dem *lower* und *upper calcareous grit*. Alle diese Schichten sind innig mit einander verbunden, und gehen in einander über.

3. Obere Abtheilung der Juraformation in Yorkshire.

Sie wird nur theilweise durch eine Thonablagerung im Thale von Pickering vertreten, welche dem Kimmeridgethone aequivalent ist.

Aehnlich wie in Yorkshire sind die Verhältnisse bei Brora in Sutherland, wo jedoch die Kohlenflötze eine grössere Bedeutung gewinnen, indem eines derselben über 3 Fuss mächtig ist. Die Sandsteine sind theils gelb, theils weiss, und werden am Braambury- und Hare-Hill in sehr bedeutenden Steinbrüchen gewonnen. Die Pflanzenreste sind dieselben, wie in Yorkshire, während die über dem Kohlenflötze vorkommenden Conchylien mit denen des Great Oolite und Kellowayrock übereinstimmen. Dagegen wird der Sandstein von Kalkstein überlagert, dessen Fossilien jenen des untern Coralrag entsprechen. Sehr interessant ist der von Robertson gegebene und von Murchison bestätigte Nachweis des Vorkommens von Süsswassermuscheln in dem, das oberste Kohlenflötz unmittelbar unterteufenden Schieferthone. Diese Muscheln gleichen völlig denen der Wealdenformation, und bestätigen also die Richtigkeit der Ansicht, dass diese Formation naturgemäss noch in den Bereich der jurassischen Formationsgruppe gehört. *Proceed. of the geol. soc. IV*, 173 und *Quart. Journ. of the geol. soc. III*, 113. — Nach den Beobachtungen von Bean und Williamson kommen auch in Yorkshire in der Nähe der Kohlenflötze Ueberreste von *Unio* und *Cypris*, gleichsam als Präludien der Wealdenformation vor*).

Noch mag erwähnt werden, dass auch auf den Inseln Skye und Mull ähnliche Schichten der Juraformation bekannt sind, wie bei Brora, welche auf Skye eine sehr bedeutende Mächtigkeit erlangen, und stellenweise Kohlenflötze umschliessen.

A. Doggerformation oder Brauner Jura.

§. 409. *Gesteine der braunen Juraformation.*

Nachdem wir im vorhergehenden Paragraphen die classische Juraformation Englands, und damit die eigentliche Grundlage kennen gelernt, auf welcher sich unsere Kenntnisse von dieser Formation überhaupt entwickelt haben, so verschreiten wir jetzt zu einer allgemeineren Betrachtung derselben in ihren beiden von Leopold v. Buch aufgestellten Haupt-Abtheilungen, dem braunen

*) Interessant ist es, dass sich nach Rouville ähnliche Verhältnisse im südlichen Frankreich wiederholen, wo auf dem Plateau de la Cavalerie bei Lodève im unteren Jura ein Kohlenführendes Schichtensystem vorkommt, dessen Schieferthone Ueberreste von *Paludina*, *Cyrena* und *Mytilus* enthalten; Rouville verweist auf die Analogie mit der Wealdenbildung, welche sich hier schon in dem Niveau des Oxfordthons verkündet.

und dem weissen Jura*), welche jedenfalls mit noch weit grösserem Rechte zwei verschiedene Formationen repräsentiren, als z. B. der Buntsandstein und der Muschelkalk.

Der braune Jura oder die Doggerformation begreift in der Hauptsache diejenigen Etagen der ganzen Juraformation, welche in England unter dem Namen *Inferior Oolite*, *Great Oolite* und *Kellowayrock* unterschieden worden sind, oder auch diejenigen, welche Alcide d'Orbigny als *étage bajocien*, *bathonien* und *callovien* aufgestellt hat**). Ihre Gesteine sind zwar sehr manchfaltig, doch behaupten die Sandsteine, Thone, Mergel und Kalksteine einen so vorwaltenden Charakter, dass die übrigen Gesteine nur einer beiläufigen Erwähnung bedürfen. Als interessante, und auch in technischer Hinsicht wichtige, obwohl nur untergeordnete Materialien sind besonders oolithische Eisenerze und Steinkohlen hervorzuheben.

1. Sandsteine.

Die braune Jura- oder Doggerformation wird nicht nur sehr häufig mit Sandstein eröffnet, sondern sie besteht auch oftmals in ihrer unteren Hälfte fast nur aus Sandsteinen, welche daher einen wesentlichen Antheil an ihrer Zusammensetzung haben. Nord-England und Schottland, Teutschland, Polen, Russland und Sibirien, Portugal und Spanien, Ostindien und Australien sind diejenigen Länder, in welchen die Sandsteine mehrorts eine grosse Bedeutung erlangen. Unter den sehr verschiedenen Varietäten dürften besonders folgende als die wichtigsten hervorzuheben sein.

a. Vielfarbige, eisenschüssige Sandsteine. Braunrothe, oder braune und gelbe, oder auch dunkel blaulichgraue bis grünlichgraue, selten weisse, meist thonige oder mergelige, oft mit oolithischem Eisenerz erfüllte Sandsteine, welche bald hart und consistent, bald mürbe und fast zerreiblich sind, oder geradezu in losen Sand übergehen. Sie umschliessen nicht selten Nester, kleine Stücke und untergeordnete Schichten von Thon, Schieferthon und Kalkstein, auch von oolithischem Eisenerz, welches letztere besonders in den sehr thonigen Sandsteinen oder in den eingeschichteten Thonen und Schieferthonen vorzukommen pflegt. Bisweilen sind sie auch glaukonitisch, wie die Sande und Sandsteine der Kreideformation, (Oxfordshire und Koroschowo bei Moskau); mitunter halten sie verkohlte Holzstücke, sehr selten Bernstein, (Porta Westphalica). Diese Sandsteine sind sehr verbreitet, und bilden in vielen Ländern die Basis oder das erste Glied der ganzen Juraformation.

b. Braune feinkörnige Sandsteine. Solche Sandsteine sind es, welche besonders in Schwaben und Franken, aber auch in Polen u. a. Ländern eine recht

*) Indem wir uns mit Quenstedt, Fraas u. A. bisweilen noch dieser Ausdrücke bedienen, erinnern wir nochmals daran, dass Leopold v. Buch in seiner herrlichen Arbeit über den Jura die Namen schwarzer, brauner und weisser Jura nur für den teutschen Jura vorgeschlagen, und dagegen den von ihm gebrauchten Namen unterer, mittlerer und oberer Jura, »welche gar keine Beziehung auf die wandelbare mineralogische Beschaffenheit der Schichten, sondern nur auf ihre Lagerung haben«, einen allgemeineren Werth zuerkannt hat.

**) Der Name *bathonien* für die durch den Bath-Oolith charakterisirte Etage, rührt ursprünglich von Omalius d'Halloy her, und ist von d'Orbigny adoptirt worden.

bedeutende Rolle spielen, und eigentlich den Namen braune Juraformation veranlasst haben. Sie sind meist sehr feinkörnig, weich, erhärten aber an der Luft, liefern daher einen brauchbaren Baustein, und verdanken ihre gleichmässig gelblichbraune bis dunkel ockergelbe Farbe einer Beimengung von Eisenoxydhydrat, welches nicht selten auf den Fugen und Klüften, oder auch mitten innerhalb des Gesteins als dichtes, sandiges Brauneisenerz concentrirt ist. Durch Aufnahme von kohlensaurem Kalk werden sie lichter gefärbt, härter und vermitteln allmälige Uebergänge in Kalkstein.

c. Dunkelgraue Sandsteine. Im nordwestlichen Teutschland, zumal in der Weserkette von Lübbecke bis Bramsche, erscheinen nach Hoffmann sehr vorwaltend dunkelgraue feste Sandsteine, welche oft den Grauwacken und Quarziten der Uebergangsformation recht ähnlich werden. Auch bei Brora und auf der Insel Skye kommen nach Murchison und v. Dechen ausser den herrschenden weissen Sandsteinen auch graue und zum Theil fast schwarze Sandsteine vor.

d. Weisse Sandsteine. In Yorkshire, bei Brora und auf der Insel Skye bilden weisse oder doch hellfarbige Sandsteine ein sehr vorwaltendes Glied der braunen Juraformation. Sie sind oft recht kieselig und z. Th. quarzitähnlich, zeigen nicht selten die Erscheinung der discordanten Parallelstructur, und sollen auf Skye bis 1000 Fuss Mächtigkeit erlangen. Auch im Sandomirer Districte in Polen, so wie in der Gegend von Moskau kennt man weisse Sandsteine.

Auch lose Sandschichten von weisser oder gelber Farbe und ohne alle Beimengungen kommen nach v. Carnall in Oberschlesien vor; desgleichen lose, sehr eisenschüssige Sande, die oft nach oben in einen sehr festen Sandstein mit Cäment von Brauneisenerz übergehen.

2. Thone und Schieferthone.

Die thonigen Gesteine gewinnen in der unteren Juraformation eine grosse Bedeutung, und bedingen durch ihre Weichheit und leichte Zerstörbarkeit ganz vorzüglich die an der Erdoberfläche hervortretende Abtheilung derselben in verschiedene Etagen. Es sind theils sehr homogene, zähe und fette Thone und Letten, theils Mergelthone mit bedeutendem Gehalte an kohlensaurem Kalk, theils Schieferthone, meist von blaulichgrauer bis graulichschwarzer, bisweilen von gelber oder brauner Farbe. Die Walkerde der Juraformation gehört gleichfalls hierher.

Zu diesen thonigen Etagen gehören z. B. der Bradfordthon, die Walkerde und der Oxfordthon in England, die Argiles de Dives in Frankreich und viele, in andern Ländern vorkommende Schichtensysteme. In Oberschlesien sind es theils bunte, meist rothe und grün gefleckte, theils graue Thone, welche, zugleich mit Schichten von Sandstein und losem Sand, die obere Etage der Doggerformation bilden; sie erlangen im Lublinitzer Kreise 200 Fuss Mächtigkeit. In Russland sind, von der Petschora bis über Moskau und Simbirsk, dunkelgraue bis schwarze Thone und Schieferthone sehr verbreitet; sie bilden dort die Niederlagen der wunderschönen Fossilien, welche eine Zierde aller Sammlungen geworden sind. Auch die Sandstein-Etagen der Formation enthalten häufig untergeordnete Schichten von Thon oder Schieferthon.

Die Ueberreste der Mollusken erscheinen in diesen thonigen Etagen theils als ziemlich gut erhaltene oder durch Eisenkies petrificirte Schalen, theils und besonders häufig als verkieste aber in Brauneisenerz umgewandelte Steinkerne. Auch gehören Krystallgruppen und Knollen von Eisenkies, Nieren von Sphärosiderit,

Thoneisenstein oder thonigem Kalkstein, oftmals als Septarien ausgebildet und reich an Versteinerungen, zu den ganz gewöhnlichen Vorkommnissen mancher dieser Thon- und Schieferthon-Ablagerungen. Innerhalb der kalkigen Thone sind bisweilen vollständige Gypskrystalle zur Ausbildung gelangt, welche noch gegenwärtig durch die Zersetzung der Eisenkiese gebildet zu werden scheinen. Der oft bedeutende Gehalt an kohlensaurem Kalke ergiebt sich daraus, dass diese Thone in Säuren aufbrausen und theilweise aufgelöst werden.

3. Mergel und Mergelschiefer.

An die thonigen Gesteine schliessen sich, als Verbindungsglieder zwischen ihnen und den eigentlichen Kalksteinen, Mergel und Mergelschiefer an, welche zwar minder häufig vorkommen, dennoch aber in einigen Gegenden, wie z. B. im nordwestlichen Teutschland, sowie nach Fromherz im Breisgau, nach Thurmann bei Bruntrut im Kanton Bern (als *marnes oxfordiennes*) und nach Huot in der Krimm nicht unbedeutende Schichtensysteme bilden.

4. Kalksteine.

Wie in einigen Ländern Sandsteine, so erscheinen in anderen Ländern Kalksteine als die vorwaltenden Materialien der Doggerformation. Der petrographische Habitus derselben ist ausserordentlich verschieden, so dass sich eine grosse Anzahl von Varietäten herausstellt, deren Unterscheidung immer nur für einzelne Territorien von Wichtigkeit sein kann.

Bald sind es oolithische, bald dichte oder krystallinische, bald fast reine, bald sehr thonige, bald weisse oder hellfarbige, bald graue oder dunkelfarbige, bald dickschichtige, bald plattenförmige und selbst schieferige Kalksteine, denen wir in der Doggerformation begegnen. Obgleich sie nun keinesweges immer als oolithische Kalksteine ausgebildet sind, so lässt sich doch nicht läugnen, dass schon in dieser Abtheilung der jurassischen Formationsgruppe die oolithiscbe Structur häufiger angetroffen wird, als in irgend einer der älteren oder jüngeren Formationsgruppen, und dass sie daher gewissermassen als charakteristisch für die braune wie für die weisse Juraformation gelten kann. Die weissen oolithischen Kalksteine des braunen Jura sind petrographisch nicht auffallend verschieden von denen des weissen Jura; die grauen und gelben Varietäten aber erscheinen häufig dadurch charakterisirt, dass ihre Oolithkörner sehr reich an Eisenoxydhydrat, und daher braun gefärbt sind.

Man hat dergleichen Kalksteine Eisenoolithe*) genannt, und sie bilden in der That eine so häufig vorkommende Erscheinung, dass Quenstedt sie als recht bezeichnend für die braune Juraformation hervorhebt. Das Flötzgebirge Württembergs, S. 324 und 359. Dieser Unterschied der braunoolithischen und der weissoolithischen Kalksteine ist also bei der Beschreibung von Juraschichten nicht zu vernachlässigen, da er in vielen Gegenden eine bathrologische Bedeutung gewinnt, obgleich auch in der braunen Juraformation Ablagerungen von weissoolithischen Kalksteinen vorkommen.

*) Die also nicht etwa mit dem oolithischen Eisenerze zu verwechseln sind.

Von Accessorien erscheinen in manchen der Kalksteine, ausser Kalkspath, besonders häufig Lagen, Knollen, Adern und andere Concretionen von Hornstein oder Chalcedon.

Ueber einige der wichtigeren Kalkstein-Varietäten mögen noch folgende Bemerkungen Platz finden.

a. Braunoolithische Kalksteine; (Eisenoolithe, *Oolithes ferrugineux*. In England ist nach Conybeare der Inferior Oolite von dem darauf folgenden Great Oolite sehr gewöhnlich durch die aus Brauneisenerz bestehenden Oolithkörner unterschieden; eben so verhält sich in Frankreich der untere Oolith bei Bayeux in der Normandie, bei Fontenay in der Vendée, und bei Conlie im Dép. der Sarthe. Quenstedt macht auf das Vorkommen der Eisenoolithe nicht nur in der unteren, sondern auch in der oberen Etage der braunen Juraformation Württembergs aufmerksam, und Fromherz gedenkt ihrer aus denselben Etagen im Jura des Breisgau

b. Weissoolithische Kalksteine. Sie sind da, wo sie vorkommen gewöhnlich mehr an die mittlere und obere Abtheilung der Formation gewiesen, und erscheinen so z. B. in England als Great Oolite besonders ausgezeichnet in der Gegend von Bath; ähnlich bei Cheltenham, wo sie z. Th. so weich sind dass sie mit der Säge bearbeitet werden können; häufig sind sie auch in der Normandie und in vielen anderen Gegenden Frankreichs, im nordwestlichen Teutschland u. s. w. — Die Oolithkörner, welche oft wie abgeriebene kleine Muschel-Fragmente erscheinen, sind bald fest in einem dichten, bald nur locker in einem mergeligen oder porösen Kalkstein eingewachsen. Wenn sie grösser und vollkommen rund sind, so werden die sie umschliessenden Kalksteine wohl auch als pisolithische Kalksteine aufgeführt. Nach Ehrenberg sollen die Oolithkörner vieler solcher Kalksteine von organischen Körpern (Foraminiferen) abstammen, was auch durch Schafhäutl's Beobachtungen bestätigt worden ist. Ausserdem enthalten diese Kalksteine zwar häufig Fragmente und Detritus von Muscheln und Schnecken, aber selten vollständige und deutlich erhaltene Exemplare. Ihre Schichten sind bald mächtig, und dann zuweilen mit einer transversalen plattenförmigen Absonderung versehen*), bald schmal, plattenförmig oder selbst schieferig. Solche schieferige oolithische Kalksteine sind es, welche in England bei Stonesfield, Collyweston u. a. O. eine recht ansehnliche Verbreitung gewinnen. ähnliche finden sich bei Bruntrut im Kanton Bern, wo sie nach Thurmann dem englischen Cornbrash entsprechen sollen. Auch der Forestmarble Englands ist ein meist plattenförmiger und schieferiger, in seiner Grundmasse grauer, aber mit weissen Oolithkörnern versehener Kalkstein.

c. Krinoidenkalksteine. Dergleichen fast nur aus zahlreichen, in Kalkspath umgewandelten Krinoidengliedern bestehende Kalksteine erscheinen auch hier und da in der braunen Juraformation, und sind immer durch eine krystallinisch grobkörnige Textur ausgezeichnet. Man kennt sie z. B. bei Aubenas und Nontron (Dordogne), bei Ranville (Calvados), in der Krimm und anderwärts.

d. Dichte Kalksteine. Sie sind theils hellfarbig, theils dunkelfarbig. Weisse oder hellgelbe Kalksteine von muscheligem oder feinsplitterigem Bruche, oft von Kalkspathadern durchschwärmt, kommen z. B. in der Gegend von

*) Nach Alcide d'Orbigny kommt an der Küste der Normandie, zwischen Port-en-Bessin und Ranville im étage bathonien ein weisser krystallinischer Kalkstein vor, welcher diese transversale Plattung in einer höchst ausgezeichneten Weise besitzt; mitten zwischen ungetheilten horizontalen Schichten liegen andere, welche durch regelmässig 25 bis 30° geneigte parallele Klüfte in Platten getheilt sind, was sich mit grosser Beständigkeit auf weite Strecken hin verfolgen lässt.

Basel, bei Montpellier und Cette, in den Départements der Sarthe und der Deux-Sèvres vor. Bei Mauriac unweit Villeneuve ist es ein dichter sehr schieferiger Kalkstein, welcher die ganze Gegend bildet und grosse Platten liefert, die zum Dachdecken gebraucht werden. — Blaulichgraue thonige Kalksteine, oft ganz ähnlich den gewöhnlichen Kalksteinen der Liasformation, sind in Schwaben sehr gewöhnlich, und gehen durch Aufnahme von braunen Oolithen in oolithische Kalksteine über; auch der Cornbrash in England und im Dép. der oberen Saône*) gehört hierher. Schwärzlichgraue und selbst schwarze Kalksteine kommen bei Aix und im Dép. der Basses Alpes als sehr vorwaltende Gesteine der braunen Juraformation vor.

e. Lumachellkalksteine. Manche Kalksteine des braunen Jura erscheinen als Aggregate von versteinerten Conchylien oder von Muschelfragmenten, welche gewöhnlich durch dichten oder porösen Kalk verbunden sind; so ist z. B. der Kellowayrock Englands ein fast nur aus Ammoniten und anderen Conchylien bestehender Kalkstein, und ähnliche, wesentlich aus ganzen oder zerbrochenen Muscheln gebildete Gesteine sind auch in anderen Gegenden bekannt.

5. Dolomit. Ein in der braunen Juraformation nur selten vorkommendes Gestein ist Dolomit, während derselbe in der weissen Juraformation oft eine recht bedeutende Rolle spielt.

Im südlichen Frankreich, am Ufer des Aveyron bei Bruniquel, beginnt die Juraformation nach Dufrénoy mit einem Dolomite, der fast ganz ungeschichtet ist, in schroffen Felswänden aufragt, und viele Höhlen umschliesst. Eben so liegen bei Nontron über dem eisenerzreichen Sandsteine harte, feinkörnige, porose und cavernose, dabei aber sehr regelmässig geschichtete Dolomite, welche sich zwei Stunden weit ununterbrochen verfolgen lassen. Auch bei Ruffigny in der Gegend von Poitiers hält der kieselige Kalkstein sehr regelmässige Schichten von Dolomit, welche bei Marie gleichfalls vorkommen, und von dort 3 Stunden weit bis Saint-Benoist fortziehen. *Mém. pour servir etc. I, p.* 385 und 394.

6. Oolithisches Eisenerz. Diese in ganz kleinen linsenförmigen Körnern ausgebildeten, dunkelrothbraunen Eisenerze, für welche, wie Quenstedt sehr richtig bemerkt, das Prädicat oolithisch eigentlich nicht recht bezeichnend ist**), spielen in der ganzen braunen Juraformation eine so wichtige Rolle, dass Alexander Brongniart sie als eine besonders hervorstechende Eigenthümlichkeit derselben bezeichnete. Namentlich sind es die thonigen Sandsteine, die Thone und Schieferthone, in denen dieses Eisenerz sehr häufig in der Form von Nestern, Stöcken und Lagern auftritt, welche bei hinreichender Mächtigkeit und Verbreitung einen wichtigen Bergbau und Hohofenbetrieb

---

*) Nach Ebelmen soll die blaue Farbe dieses Cornbrash von einer sehr innigen Beimengung von 0,2 p. C. Eisenbisulphuret herrühren. *Comptes rendus, t.* 33, *p.* 681.

**) Er will sie lieber pulverförmige Rotheisenerze nennen, indem er die Körner mit denen des feinen Schiesspulvers vergleicht. Das Flötzgebirge Württembergs, S. 297. Eine genaue Beschreibung dieses Eisenerzes gab Schuler. Es ist ein dunkel-kastanienbrauner bis braunrother körniger Thoneisenstein, vom sp. G. = 2,68; die Körner haben $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ Linie im Durchmesser, sind theils linsenförmig, theils planconvex oder concavconvex, und bestehen aus einer festeren glänzenden Schale und einem lockeren thonigen Kerne. Quarzkörner sind mehr oder weniger häufig beigemengt. Württemb. naturwiss. Jahreshefte, 13. Jahrg. 1857, S. 56.

bedingen. Fast überall, wo diese untere Juraformation zu einer bedeutenden Entwickelung gelangt ist, in Teutschland wie in England, in Frankreich wie in Russland (Popilani), hat man dergleichen Ablagerungen von oolithischem Eisenerz kennen gelernt, welche auch ein grosses paläontologisches Interesse gewähren, weil sie gewöhnlich reich an wohlerhaltenen organischen Ueberresten sind.

In Württemberg kennt man bei Aalen 5 Flötze, welche dem braunen Jurasandstein nach oben eingelagert sind, und von denen das tiefste und mächtigste 7 Fuss stark ist; von Aalen lassen sie sich bis in die Nähe des Hohenstaufen und bis nach Boll verfolgen. Im Dép. der oberen Saône kommen dergleichen Flötze sowohl nach unten im Inferior Oolite, als auch nach oben im Oxfordthone vor, und bedingen dort gleichfalls eine sehr bedeutende Eisenproduction. Und so finden sich diese Erze fast überall bald in einem tieferen, bald in einem höheren Niveau. In den Aalener Erzlager kommen nach Quenstedt festere Kugeln von mehren Zoll Durchmesser vor, welche von der übrigen Masse nicht wesentlich verschieden aber doch deutlich abgesondert sind.

7. Sphärosiderit und Thoneisenstein. Beide diese Erze finden sich besonders häufig in der Form von Nieren innerhalb der Thon- und Schieferthon-Ablagerungen, wo sie zuweilen in solcher Menge und Grösse vorkommen, dass sie gleichfalls zur Production von Eisen benutzt werden. Der Thoneisenstein bildet auch in seltenen Fällen stetig fortsetzende Lager.

So erwähnt Quenstedt aus Württemberg ein fussmächtiges Thoneisensteinflötz welches nahe an der oberen Gränze des braunen Sandsteins liegt, und viele Mergelbrocken mit berggrünem Thonanfluge umschliesst. Eine ganz besondere Wichtigkeit erlangt der Thoneisenstein nach v. Oeynhausen und v. Carnall in Oberschlesien und im angränzenden Polen, wo die aus dunkelgrauem Thone bestehende untere Etage des braunen Jura eine erstaunliche Menge flach ellipsoidischer Eisenstein-Nieren bis zu 2 Fuss Durchmesser enthält, welche lagenweise aneinandergereiht in verschiedenen Niveaus vorkommen, und eine äusserst bedeutende Eisenproduction bedingen; (Panky). Sie enthalten oft wunderschöne Ammoniten und andere Conchylien (besonders *Ammonites Parkinsoni* und *Pholadomya Murchisoni*) und sind zwischen Woischnik und Kreuzburg über einen Raum von vielen Quadratmeilen so allgemein vorhanden, dass man den sie einschliessenden aus Thon und unterliegendem Sande bestehenden Schichtencomplex das Oberschlesische Thoneisensteingebirge zu nennen pflegt. Nach v. Carnall's und Beyrichs Untersuchungen bildet es wirklich die untere Etage der dortigen Juraformation. Bergmännisches Taschenbuch für 1844, sowie Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, 1844, S. 57. Neueren Untersuchungen zufolge ist jedoch ein grosser Theil dieses sogenannten Thoneisensteingebirges nicht jurassisch, sondern tertiär; nach v. Carnall, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VII, 301 und IX, 19. Früher gab v. Oeynhausen eine ausführliche Schilderung dieses, damals noch für diluvial gehaltenen Thoneisensteingebirges, in seinem Versuche einer geogn. Beschr. von Oberschlesien S. 364 ff.

8. Steinkohlen. Wir haben bereits oben gesehen, dass die braune Juraformation in Yorkshire, bei Brora und auf Skye als eine kohlenführende Formation ausgebildet ist. Dieselbe Eigenschaft kommt ihr aber auch noch in manchen anderen Ländern zu, wo die Kohlenflötze zum Theil in noch grösserer Anzahl und Mächtigkeit erscheinen, wie diess z. B. in Polen und Russland, in

Portugal, Sibirien, Ostindien und Australien, vielleicht auch in Virginien in Nordamerika der Fall ist. Da solche Kohlenführung, mit seltener Ausnahme, an die **Sandstein**-Etagen der Formation gewiesen ist, so verdienen diese psammitischen Gebirgsglieder dort, wo sie mächtiger auftreten, die besondere Aufmerksamkeit. Al. Brongniart nannte diese Steinkohle der Juraformation **Stipit**, und erklärte sie für eine **Cycadeenkohle**, weil sie vorzüglich von Cycadeenresten begleitet zu werden pflegt.

Nach D. Sharpe ist in Portugal die braune Juraformation in der Serra von Monte Junto bis an den Mondego recht entwickelt. Am Cap Mondego liegt auf einem sehr mächtigen Systeme von dünnschichtigem, blaulichem Kalkstein mit *Ammonites anceps, A. Bakeriae, A. discus, A. hecticus, A. Humphriesianus, A. macrocephalus* u. a. unterjurassischen Fossilien ein aus Mergel, Sandstein und Kalkstein bestehendes Schichtensystem, welches 6 **Kohlenflötze** von 10 Fuss summarischer Mächtigkeit und Pflanzenreste umschliesst, die in Yorkshire gleichfalls bekannt sind. Darüber folgen sehr mächtige Sandsteine und Kalksteine, welche noch unterjurassische Fossilien enthalten. *The Quart. Journal of the geol. soc. VI, p.* 159.

Auch an der Strasse von Gibraltar scheinen ähnliche Schichten vorzukommen. Nach James Smith ist das vorwaltende Gestein, auf der europäischen wie auf der afrikanischen Seite, ein gelblichbrauner Sandstein, zu welchem sich Kalkstein, Schieferthon und Steinkohlenflötze gesellen. Leider sind die Fossilien so selten, dass sich das Alter dieser Schichten schwer bestimmen lässt; doch kommen im Kalksteine Terebrateln vor, welche jurassisch zu sein scheinen. Nach Drummond Hay finden sich auch auf der afrikanischen Seite Anzeigen von Steinkohle. *The Quart. Journ. II, p.* 41.

Nach Marcel de Serres ist auf dem Plateau des Larzac (Aveyron) der oberen Etage der Doggerformation ein Schichtensystem eingelagert, welches Süsswasser-Conchylien im Gemenge mit Meeresmuscheln und Flötze von Stipit enthält, deren eines abgebaut wird. *Comptes rendus, t.* 46, 1858, *p.* 999. Es sind diess dieselben Schichten, deren schon oben S. 858 in einer Anmerkung gedacht wurde. Auch bei Milhau wiederholt sich das Vorkommen von Steinkohle an mehren Orten.

Die vorhin erwähnte Oberschlesische Thoneisensteinbildung enthält gleichfalls schwache Kohlenflötze, welche in Polen sogar stellenweise für bauwürdig befunden worden sind, und von Pflanzenresten begleitet werden, unter denen Cycadeen und besonders Coniferen von Wichtigkeit sind. Göppert, im Neuen Jahrb. für Min. 1846, S. 709. — Die Juraformation Russlands besteht an der Wolga im Gouvernement Simbirsk aus schwarzem Schieferthon und Thon, denen bei Goroditsche und Sysran Steinkohlenflötze eingelagert sind. Nach Slobin soll auch die an der Lena, von Jakuzk bis an ihre Mündung, anstehende Formation, in welcher weit ausgedehnte, aber nicht über fussmächtige Kohlenflötze vorkommen, der Juraformation angehören. Erman's Archiv, III, S. 165.

Dagegen ist es wohl gewiss, dass die Kohlenformation von Burdwan, Nágpur und Cutsch in Ostindien*), sowie wahrscheinlich, dass der **obere** Theil des kohlenführenden Schichtensystems in Australien und auf Vandiemensland der Juraformation angehört, obwohl dieses letztere von der wahren Steinkohlenformation

*) Die neuesten Untersuchungen von Bunbury und Hislop über die Flora dieser ostindischen Kohlenbildungen lassen es kaum noch bezweifeln, dass sie der Doggerformation zugerechnet werden müssen. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol.* 17, 1861, *p.* 325 ff. und *p.* 346 ff. Für die obere australische Kohlenbildung dagegen ist es noch nicht ganz ausgemacht.

unterteuft wird. In Cutsch besteht diese jurassische Kohlenformation aus Sandstei und Schieferthon mit einigen schmalen Kohlenflötzen; der Schieferthon ist reich a Pflanzenabdrücken, meist Cycadeen und anderen, der eigentlichen Steinkohlenfor mation fremden Formen; obgleich also die ganze Bildung in ihren Gesteinen un ihrer Structur dem Englischen Kohlengebirge sehr ähnlich ist, so wird sie doch vo Grant u. A. für ein Analogon der jurassischen Schichten in Yorkshire erklärt. Bi Burdwan, etwa 130 engl. Meilen nordwestlich von Calcutta, existirt ein ähnliche Kohlenrevier, welches schon längere Zeit bebaut wird; man kennt dort 8 Flötze von denen das bedeutendste 4 Fuss mächtig ist; die Kohle brennt mit viel Flamme, ist nicht backend, und wird von Eisenerz begleitet. In Australien tri die fragliche Formation in drei Hauptbassins auf, nämlich in dem von Newcastle i Neusüdwales, und in denen von South-Esk und Jerusalem auf Vandiemensland Der District von Newcastle, in welchem auch Sidney liegt, zieht sich etwa 100 eng Meilen an der Ostküste des Landes hin, ist sehr reich an Steinkohle und der Si eines ausgedehnten Bergbaues; die Kohlenflötze auf Vandiemensland sind wenige bedeutend. Nach den Untersuchungen von Morris und M'Coy haben die Pflanze dieser, vorwaltend aus Sandstein und Schieferthon bestehenden Formation we mehr einen jurassischen, als einen carbonischen Charakter, sind z. Th. identisch mit jenen von Burdwan in Ostindien, ganz analog denen von Yorkshire, und be weisen die Zugehörigkeit der Bildung zu der Juraformation. *Annals and Mag. o natural history, XX,* 1847, *p.* 308; vergl. auch Leichhardt in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 44 ff. Dagegen sind Jukes und Clarke der Ansicht, dass dieses Schichtensystem von der unterliegenden w a h r e n Steinkohlenformation n i c h t ge trennt werden könne, in welcher viele Pflanzen von ächt carbonischem Charakter vorkommen, und dass jene abweichenden Pflanzenformen wohl aus einer schon damals bestehenden Verschiedenheit der australischen Flora zu erklären sein dürf ten. *Annals and Mag. etc.* 2. *series, II, p.* 206; *Quarterly Journ. of the geol. soc. III, p.* 244 und *IV, p.* 60 ff.; auch *XVII, p.* 354 ff.

Westlich von Richmond in Virginien liegt in einer Depression des Urgneisses ein Bassin, welches vom James-River durchschnitten wird, und ein gegen 3000 F. mächtiges System von Sandstein, Schieferthon nebst einigen Steinkohlenflötzen be herbergt, von denen das tiefste, auf der Südseite des James-River stellenweise 3 bis 40 Fuss mächtig, und dem Granitgneisse fast unmittelbar aufgelagert ist. Die Schieferthone wimmeln oft von kleinen Schalen, welche der *Posidonomya minuta* sehr ähnlich sind, und führen auch viele Pflanzen, unter denen Stämme von *Calamites arenaceus* am häufigsten, ausserdem aber noch besonders *Equisetites columnaris, Pecopteris Whitbyensis, Taeniopteris magnifolia* und Zamiten vorkommen. H. Rogers erklärte daher diese Kohlenformation für jurassisch, während Lyell es unentschieden lässt, ob sie der Trias, oder der Juraformation angehören dürfte. *W. Rogers Report on the geol. reconnoissance of the State of Virginia,* 1836, *p.* 52, sowie H. Rogers, in *The American Journ. of sc. vol.* 47, *p.* 250, und *Trans. of the Amer. Geologists* 1842, *p.* 298; auch Lyell, im *Quart. Journal of the geol. soc. III, p.* 261.

§. 440. *Gliederung der braunen Juraformation in Württemberg, nach Quenstedt.*

Da durch Quenstedt's vortreffliche Untersuchungen die braune Juraformation im südwestlichen Teutschland und namentlich in Württemberg genauer als anderswo erforscht worden ist, so wählen wir dieses Territorium, um unseren Lesern ein specielles Beispiel ihrer Zusammensetzung und Gliederung vorzuführen.

Die Doggerformation Württembergs ruht in concordanter Lagerung auf dem ias, von welchem sie sehr scharf getrennt ist, indem die Thone mit *Ammonites rulosus* und *A. opalinus* gegen den Kalkstein mit *Ammonites jurensis* recht aufllend abstechen.

Quenstedt bringt die ganze Formation zunächst in drei Abtheilungen, elche er als den unteren, den mittleren und den oberen braunen Jura inführt, und welche ziemlich genau denen in der englischen Juraformation als *ferior Oolite*, *Great Oolite* und *Kellowayrock*, sowie denen von Alcide d'Orbigny nter den Namen *Etage bajocien*, *E. bathonien* und *E. callovien* aufgestellten btheilungen entsprechen. Innerhalb jeder dieser Etagen unterscheidet Quenedt noch zwei Glieder oder Stufen, so dass sich überhaupt sechs Glieder erausstellen, welche, eben so wie im Lias, mit den sechs ersten Buchstaben es griechischen Alphabets bezeichnet werden. Die mittlere Mächtigkeit des anzen braunen Jura beträgt in Württemberg etwa 600 par. Fuss.

I. Unterer brauner Jura. (*Etage bajocien.*)

Dunkelfarbige Schieferthone nach unten, und gelbe Sandsteine nach oben edingen eine zweigliederige Eintheilung dieser Etage, welche bei vollständiger ntwickelung über 400 Fuss mächtig werden kann.

1. Brauner Jura *α*. Besteht vorwaltend aus dunkelgrauen Thonen nd Schieferthonen, deren Conchylien meist durch schneeweisse Schale sgezeichnet sind. Nach unten liegt oft in schmalen Bänken oder in Nieren utenkalkstein, welcher sich wohl auch weiter oben wiederholt, wo jedoch äufiger rothbraune Nieren von Thoneisenstein vorkommen. Weiter aufärts wird das Gestein reicher an Glimmerschüppchen, auch sandiger, und letzt enthält es Knollen von schwärzlichgrauem Kalkmergel (Opalinusknollen), elche von weissen Conchylien strotzen. Diese bedeutende Stufe erreicht stelnweise eine Mächtigkeit von 300 Fuss; ihre wichtigsten Fossilien sind: *)

in der unteren Region:

Ammonites torulosus Schübl.
. . . . . *opalinus* Rein.
Belemnites compressus Voltz
. . . . . *subclavatus* Voltz
Turbo duplicatus Goldf.
. . . *capitaneus* Münst.
Rostellaria subpunctata Münst.
Cerithium armatum Goldf.
Astarte Voltzii Hön.
Nucula claviformis Sow.
. . . . *Hammeri* Defr.
Cucullaea inaequivalvis Goldf.
Trigonia pulchella Ag.
Posidonomya opalina Quenst.
Cyathophyllum mactra Goldf.

in der mittleren Region:

Astarte opalina Quenst., von ihr wimmelt eine Schicht;
Lucina plana Ziet. erfüllt eine Kalkmergelschicht gänzlich.

---

*) Wir halten uns in diesem Paragraphen an die von Quenstedt aufgeführten Namen, eil es nicht immer möglich ist, die entsprechenden Synonymen herauszufinden, und weil uch zum Theil wirklich neue Formen unter neuen Namen eingeführt werden. Es ist zu edauern, dass Quenstedt in seinem Buche nur selten den Autor eines Namens angiebt.

Venulites trigonellaris Schl. (= *Pronoë trig.* Ag.)
Pecten undenarius Quenst.
Monotis inaequivalvis Sow. *sp.*
Pentacrinus pentagonalis Goldf. erfüllt eine zolldicke Lage.

in der oberen Region:

Turritella opalina Quenst.	*Unio abductus* Ziet.
Cardium striatulum Phill.	*Gervillia pernoides* Deslong.
Goniomya V-scripta Sow.	*Trigonia navis* Lam.

Brachiopoden scheinen gänzlich zu fehlen.

Anmerkung. Diese Stufe wird von vielen Geologen noch zur Liasformati gerechnet; wie solches auch in der ersten Auflage dieses Lehrbuches gescheh ist, während wir gegenwärtig der von Quenstedt mit so triftigen Gründen vertr tenen Ansicht folgen *).

2. Brauner Jura *β*. Diese Stufe ist namentlich dort sehr leicht zu er kennen, wo gelbe Sandsteine und oolithische Eisenerze vorwalten, wie in Fran ken und im Gebiete des Hohenstaufen in Württemberg. Es ist ein feiner, wei cher, durch Eisenoxydhydrat ockergelb oder licht-gelblichbraun gefärbter als Baustein sehr beliebter Sandstein, welcher oft blaulichgraue, mit Säure aufbrausende Partieen enthält, weshalb Quenstedt hier ähnliche Verhältniss der Auslaugung vermuthet, wie bei dem Malmsteine des unteren Lias (S. 825 Die braune Farbe und die vielfache Zerklüftung giebt den Steinbrüchen un schroffen Wasserrissen ein eigenthümliches düsteres Ansehen. Mit denselbe Eigenschaften ist dieser Sandstein von Boll bis nach Bopfingen entblöst; e fehlt aber auch nicht an dem südwestlichen Rande der Alp, und findet sich eben so in ganz Franken; ja, noch bei Banz und Lichtenfels ist es völlig die selbe Gestein.

Diesem Sandsteine sind nun die oolithischen Eisenerze eingelager meist in nur wenige Zoll mächtigen Schichten, welche jedoch stellenweise bis zu mehren Fuss Stärke anschwellen. Im frischen Zustande sind sie roth, aber durch die Verwitterung werden sie braun. Bei Wasseralfingen unweit Aal kennt man 5 Erzlager, von denen das unterste 7, die übrigen meist 3 bis 4 Fuss Mächtigkeit erlangen. Das Erz enthält nicht selten festere, kugelige Concretio- nen, welche häufig ein Knochenfragment umschliessen. Rutschflächen, Quetsch- flächen und Spiegel durchsetzen die Erzmasse nach den verschiedensten Rich- tungen.**) Auch Schichten von dichtem Thoneisenstein kommen nicht selten vor, und bilden eine sehr charakteristische Erscheinung.

Etwa in der Mitte der Sandsteine erscheinen innerhalb einer Thonschicht die sogenannten Zopfplatten, dünne Sandsteinlagen mit Wellenfurchen und

*) Engelhardt vertheidigte noch neuerdings die gegentheilige, in Frankreich allgemein adoptirte Ansicht, dass der Thon mit *Ammonites opalinus* und die darüber zunächst liegenden Sandsteine noch der Liasformation angehören. *Bull. de la soc. géol.* (2), t. 15, 18.. p. 422 f.

**) Ueber diese Zerklüftungen des Erzes gab Schuler interessante Bemerkungen. Württ. naturwiss. Jahresheften, 18. Jahrg. 1857, S. 56 ff.

ahllosen stängelähnlichen und zopfähnlichen Wülsten auf der Oberfläche, welche letztere vielleicht Fährten von Asterien sind.

Südlich vom Hohenstaufen ändert sich jedoch die Beschaffenheit des Gesteins, indem dort die gelben Sandsteine durch graue, glimmerig-sanlige Mergel ersetzt werden, welche zwar noch einzelne festere Bänke, nirgends aber einen brauchbaren Baustein enthalten.

Als die wichtigsten Fossilien erwähnt Quenstedt die folgenden Species:

Ammonites Murchisonae Sow.
. . . . . *discus* Ziet.
Trigonia striata Phill.
. . . . *costata* Park.
Pullastra oblita Phill.
Pecten personatus Goldf.
Lucinopsis trigonalis Quenst.
Cucullaea cancellata Phill.
Nucula variabilis Phill.
Zähne von *Chimaera, Hybodus, Acrodus* und *Strophodus*.

In den oolithischen Eisenerzen finden sich besonders häufig:

Ammonites Murchisonae Sow.
Nautilus lineatus Sow.
Belemnites spinatus Quenst.
Ostrea calceola Ziet.
Gryphaea calceola Quenst.
Pecten demissus Goldf.
Gervillia tortuosa Phill.
Inoceramus fuscus Quenst.
Isocardia Aalensis Quenst.
Modiola gregaria Ziet.
. . . . *plicata* Sow.
Monotis elegans Münst. *sp.*
Trigonia striata Phill.
Cucullaea oblonga Sow.
Nucula Hammeri Defr.
Astarte excavata Sow.

Brachiopoden und Gastropoden werden fast gänzlich vermisst; dagegen kennt man Flossenstacheln, Zähne und Wirbel von Fischen, sowie Ueberreste grosser Eidechsen.

II. Mittlerer brauner Jura. (*Etage bathonien.*)

Thone, sowie blaulichgraue dichte, und gelbe braunoolithische Kalksteine ilden die wichtigsten Gesteine dieser Etage, welche abermals in zwei Stufen erfällt, von denen jedoch Quenstedt selbst bemerkt, dass sich keine scharfe iränze zwischen ihnen ziehen lasse.

3. Brauner Jura γ. Schwarzer Letten und Schieferthon eröffnen iese Stufe; beide sind arm an Fossilien; doch fällt unter den ihnen eingeschalteten festeren Bänken besonders ein durch *Ammonites Sowerbyi* ausgezeichnetes ager auf. Höher aufwärts erscheint ein blaulichgrauer harter Kalkstein, elcher als Baustein und als Strassenmaterial sehr brauchbar, im Mittel etwa 0 Fuss mächtig und besonders deshalb wichtig ist, weil er viele Fossilien enthält, und bei seiner Festigkeit eine Terrasse oder schmale Bergplatte bildet, urch welche er sich leicht zu erkennen giebt. Die grösste Mächtigkeit dieser tufe beträgt 100 Fuss und darüber.

Ausser einigen seltenen Korallen der Gattungen *Montlivaltia, Lithodendron* und *Isastraea*, welche theils in der Schicht mit *Ammonites Sowerbyi*, theils, wie am Hohenzollern, unmittelbar über dem blaulichgrauen Kalksteine gefunden werden, erlangen folgende Fossilien eine grössere Bedeutung:

Ammonites Sowerbyi Mill.
. . . . . *Gervillei* Sow.
Pleurotomaria elongata Sow.
Turritella muricata Sow.

Pecten demissus Goldf.
Pholadomya fidicula Sow.
Modiola modiolata Schl.
Monotis echinata Sow.

Cucullaea oblonga Sow.
Perna mytiloides Lam.
Cidaris maxima Goldf.
Serpula socialis Goldf.

4. Brauner Jura δ. Eine, besonders durch *Belemnites giganteus* aus gezeichnete, 10 bis 20 Fuss mächtige Thon-Ablagerung bildet das erste Glie dieser Stufe; darüber folgen mergelige Kalksteinbänke, welche durch gross Austern charakterisirt werden und gleichfalls eine Mächtigkeit bis zu 20 Fu erreichen; den Schluss macht ein gelblicher, braunoolithischer Kalkstein m schönen Exemplaren von *Terebratula acuticosta* und *Ammonites bifurcatus*. Die ganze Stufe wird nur etwa 40 bis 50 Fuss mächtig, beherbergt aber eine gros Menge von Fossilien, unter welchen die folgenden besonders wichtig sind:

Ammonites Murchisonae Sow.
. . . . . *deltafalcatus* Quenst.
. . . . . *Tessonianus* Orb.
. . . . . *Truellii* Orb.
. . . . . *lineatus fuscus* Quenst.
. . . . . *coronatus* Schl.
. . . . . *Humphriesianus* Sow.
. . . . . *Braikenridgii* Sow.
. . . . . *bifurcatus* Schl.
. . . . . *baculatus* Quenst.
Hamites baculatus Quenst.
. . . . *bifurcati* Quenst.
Nautilus aperturatus Schl.
Belemnites giganteus Schl.
. . . . *quinquesulcatus* Blainv.
. . . . . *canaliculatus* Schl.
. . . . . *fusiformis* Quenst.
Pleurotomaria ornata Ziet.
. . . . *fasciata* Sow.
. . . . *elongata* Sow.
Trochus granulatus Sow.
. . . . *monilitectus* Phill.
Turbo ornatus Sow.
Turritella muricata Sow.
Cerithium echinatum Münst.
Lucina Zieteni Quenst.
. . . . *zonaria* Quenst.
Myacites gregarius Ziet.
. . . . . *striatopunctatus* Goldf.
. . . . . *Jurassi* Brong.

Pholadomya Murchisoni Sow.
Astarte maxima Quenst.
. . . . *minima* Phill.
Trigonia costata Park.
. . . . *clavellata* Ziet.
Monotis Münsteri Goldf.
Modiola modiolata Schl.
Gervillia aviculoides Sow.
Plagiostoma duplicatum Sow.
. . . . . . *semicirculare* Goldf.
Pecten lens Sow.
. . . *textorius* ?
. . . *tuberculosus* Goldf.
Ostrea pectiniformis Schl.
. . . . *cristagalli* Schl.
. . . . *eduliformis* Schl.
Lima gibbosa Sow.
Terebratula perovalis Sow.
. . . . . . *intermedia* Ziet.
. . . . . . *homalogaster* Hehl
. . . . . . *globata* Sow.
. . . . . . *quadriplicata* Ziet.
. . . . . . *spinosa* Schl.
. . . . . . *acuticosta* Ziet.
Cidaris maxima Goldf.
Serpula lumbricalis Schl.
. . . . *grandis* Goldf.
. . . . *tetragona* Sow.
. . . . *gordialis* Schl.

Ausserdem sind noch einige Bryozoën vorhanden, während Ueberreste v Krebsen und Sauriern nur zu den Seltenheiten gehören. Viele Conchylien sind unversehrten Zustande begraben worden, aber mit schmarotzenden kleinen Korallen und mit Serpulen oft bis zur Unkenntlichkeit bedeckt; andere sind zerstückt aber schichtenweise so angehäuft, dass sie wahre Muschelbreccien bilden. Besonders auffallend ist die Unzahl von Serpeln, welche bald einzeln bald haufenweise die Conchylien bedecken, fast nirgends fehlen, und daher nicht wenig zur Orientirung beitragen.

III. Oberer brauner Jura. (*Etage callovien.*)

Die Mächtigkeit dieser Etage schwankt zwischen 20 und 100 Fuss, weshalb sie besonders dort studirt werden muss, wo sie am meisten entwickelt ist. wie zwischen Göppingen und Spaichen, namentlich aber an der Alp südlich von Tübingen. Fette Thone mit verkiesten Conchylien, und Zwischenlagen von braunoolithischem Kalkstein bilden die wichtigsten Gesteine, deren zahlreiche organische Ueberreste eine sehr bestimmte Gliederung ermöglichen. Die aus Brauneisenstein bestehenden Oolithkörner sind oft gross und zahlreich, werden nach der Verwitterung des Gesteins vom Regen ausgewaschen und zusammengeschwemmt, und dann stellenweise als Eisenerz benutzt. Die Abgränzung der Etage nach unten ist nicht immer ganz sicher*).

5. Brauner Jura ε. Dunkelfarbige Thone mit bis faustgrossen Pyritknollen und verkiesten Ammoniten und Hamiten beginnen diese Stufe; über ihnen liegen die braunoolithischen und gelb verwitternden, aber im frischen Zustande blaulichgrauen Kalksteine mit *Ammonites Parkinsoni* und manchen anderen, z. Th. schon in δ vorkommenden Fossilien. Dann folgt abermals dunkelgrauer Thon, mit *Dentalium Parkinsoni*, mit einer kleinen, aber millionenweise vorkommenden *Posidonomya*, und mit vielen anderen, meist verkiesten Conchylien; endlich schliesst die Stufe wieder mit braunoolithischem oder auch thonigem Kalksteine ab, welcher durch *Ammonites macrocephalus* und andere Formen charakterisirt wird. Obgleich diese Macrocephalus-Kalksteine in der Regel nicht über 12 bis 18 Fuss Mächtigkeit erlangen, so sind sie doch vom Rheine bis zum Nördlinger Ries überall vorhanden, und liefern daher einen sehr wichtigen Horizont**); am südwestlichen Alprande und in vielen Gegenden der Schweiz beschliessen sie den braunen Jura.

Von den sehr zahlreichen Fossilien dürften die nachstehend aufgeführten als die wichtigsten zu betrachten sein.

Ammonites Parkinsoni Sow. in vielen Varietäten
Ammonites anceps Rein.
. . . . . *euryodos* Schmidt
. . . . . *fuscus* Quenst.
. . . . . *platystomus* Rein.
. . . . . *macrocephalus* Schl.
. . . . . *sublaevis* Ziet.
. . . . . *triplicatus* Quenst.
. . . . . *hecticus* Rein.
Hamites bifurcati Quenst.
Belemnites giganteus Schl.
. . . . . *canaliculatus* Schl.
Dentalium Parkinsoni Quenst.
Trochus monilitectus Phill.
. . . . *bijugatus* Quenst.
Turbo ornatus Sow.
. . . *serratus* Quenst.
Pleurotomaria ornata Ziet.
. . . . *macrocephali* Quenst

*) »Wo die Eisenoolithe die Oberhand gewinnen, sagt Quenstedt, wie bei Bopfingen und Spaichingen, da wird nicht blos die Eintheilung von Delta ungemein schwierig, sondern selbst Epsilon verschwimmt so innig mit Delta, dass eine Gränze zu ziehen nicht möglich wird.« Der Jura, S. 389.

**) Es sind dieselben, dem Kellowayrock entsprechenden Schichten, welche auch in Franken, im nordwestlichen Teutschland, in Frankreich, in England, ja sogar in Ostindien ein gleich bestimmtes Niveau behaupten, und daher ein vortreffliches Anhalten zur Orientirung gewähren.

Pleurotomaria armata Goldf.	*Pecten subspinosus* Schl.
Cerithium echinatum Münst.	*Posidonomya sp.*
..... *granulato-costatum* Mst.	*Ostrea Knorri* Ziet.
..... *undulatum* Quenst.	*Terebratula bullata* Ziet.
Rostellaria Parkinsoni ?	..... *emarginata* Quenst.
Muricida fragilissima Quenst.	..... *lagenalis* Schl.
Nucula lacryma Sow.	..... *pala* Buch
Astarte depressa Goldf.	..... *varians* Schl.
.... *Parkinsoni* Quenst.	..... *triplicosa* Quenst.
Lucina zonaria Quenst.	*Disaster ellipticus* Ag.
Goniomya V-scripta Ag.	.... *ringens* Ag.
Pholadomya Murchisoni Sow.	*Cidaris maxima* Goldf.
Cucullaea concinna Phill.	*Galerites depressus* Lam.
Trigonia costata Park.	*Pentacrinus pentagonalis* Goldf.
..... *clavellata* Ziet.	*Mespilocrinus macrocephali* Quenst.
..... *interlaevigata* Quenst.	*Stephanophyllia suevica*
Pecten textorius Schl.	Mehre Bryozoën.

Ueberreste von Wirbelthieren sind selten; doch kennt man dergleichen von Sauriern, und Zähne von Fischen.

6. Brauner Jura ζ. Ueber den Schichten mit *Ammonites macrocephalus* liegen dunkelfarbige Thone (Ornatenthon), ausgezeichnet durch *Ammonites refractus*, *A. Jason*, *A. pustulatus*, *A. hecticus* und *A. ornatus*, welche alle verkiest sind, und oft in grauen harten Mergelknollen stecken, bis zuletzt *Ammonites Lamberti* in schwarzen glaukonitischen Mergeln die thonige Bildung beschliesst. Darüber folgen braunoolithische Mergelkalksteine, ganz ähnlich den Kalksteinen der Stufe ε, und schwarzer Thon, mit welchem der braune Jura zu Ende geht. Diese Stufe ist besonders schön im Gebiete des Hohenzollern entblöst, von wo sie sich an der Reutlinger Alp über Neuffen und Teck verfolgen lässt.

Zu den wichtigsten Fossilien gehören:

Ammonites refractus Rein.	*Ammonites convolutus* Schl.
..... *pustulatus* Rein.	..... *hecticus* Rein.
..... *Jason* Rein.	*Aptychus hectici* Quenst.
..... *ornatus* Schl.	*Baculites acuarius* Quenst.
..... *bipartitus* Ziet.	*Belemnites semihastatus* Blainv..
..... *bidentatus* Quenst.	*Muricida fragilissima* Quenst.
..... *flexuosus ?*	*Rostellaria bispinosa* Phill.
..... *Lamberti* Sow.	...... *trochiformis*
..... *cordatus* Sow.	*Posidonomya ornati* Quenst.
..... *anceps* Rein.	*Pecten demissus* Goldf.
..... *athleta* Phill.	*Nucula ornati* Quenst.
..... *Bakeriae* Sow.	*Astarte undata* Quenst.
..... *annularis* Rein.	*Pentacrinus subteres* Goldf.

Brachiopoden sind äusserst selten; von Wirbelthier-Resten kennt man nur die Zähne einiger Fische; von Crustaceen einige Krebse aus den Gattungen *Glyphea*, *Mecochirus* u. a., namentlich *Mecochirus socialis* Quenst. oder *Eumorphia gracilis* v. Mey., dessen Ueberreste in kleinen Mergelnieren fest eingewachsen sehr häufig vorkommen.

Mit den Ornatenthonen, oder, wo diese fehlen, mit den Macrocephaluskalksteinen endigt die braune Juraformation Württembergs.

Wie verschieden sich nun auch die Zusammensetzung derselben schon im benachbarten Grossherzogthum Baden herausstellt, so lässt sich doch auch dort noch eine ziemlich analoge Gliederung geltend machen, wie Fromherz gezeigt hat.

Die Ablagerungen des braunen Jura im Breisgau lassen sich naturgemäss in sechs, petrographisch und paläontologisch verschiedene Etagen trennen, welche, zu je zwei und zwei vereinigt, recht wohl den drei Hauptabtheilungen Württembergs, sowie dem *Inferior Oolite*, dem *Great Oolite*, und dem *Kellowayrock* nebst dem *Oxfordclay* Englands entsprechen.

1. Unterer Eisenkalk; vorherrschend eisenschüssige, oft sandige und mergelige Kalksteine mit *Pecten personatus*, *P. demissus*, *Avicula elegans*, *Ostrea calceola*, *Ammonites Murchisonae* und *A. discus*.

2. Coronatenkalk; hellgraue, mergelige, oder ockergelbe und hellbraune Sandsteine mit *Ostrea Marshi* und *O. explanata*, *Lima pectiniformis*, *Perna mytiloides*, *Trigonia costata*, *Pholadomya Murchisoni*, *Modiola scalprum*, *Ammonites coronatus*, *Belemnites giganteus* und *Serpula limax*.

3. Hauptrogenstein; hellfarbige, nicht selten fast weisse, oolithische Kalksteine, welche beträchtliche Bergmassen zusammensetzen, und im Jura des Breisgau eine besonders wichtige Rolle spielen; *Ostrea acuminata* ist eine vorzüglich häufige Muschel.

4. Pugnaceen-Mergel; Mergel und mergelige Kalksteine, sehr reich an Fossilien, unter welchen *Terebratula varians*, *Ostrea costata*, *Modiola bipartita* und *pulchra*, *Pecten lens*, *P. biformis*, *Belemnites canaliculatus* und *Serpula quadrilatera* als besonders bezeichnend hervorzuheben sind.

5. Oberer Rogenstein; braunrothe eisenschüssige Mergel und gelblichbraune Eisenrogensteine, mit *Ammonites macrocephalus*, *A. Herveyi*, *A. platystomus* und *A. triplicatus*.

6. Pholadomyen-Mergel; graue, zum Theil sandige Mergel, mit Einlagerungen von Mergelschiefern und mit Zwischenlagern von mergeligen grauen Kalksteinen, bezeichnet durch *Rhodocrinus echinatus*, *Terebratula Thurmanni*, *T. impressa*, *Gryphaea dilatata*, *G. gigantea*, *Pholadomya exaltata*, *Ph. parcicosta*, *Ph. laeviuscula*, *Ph. ampla*, *Ammonites cordatus* und *Belemnites hastatus**).

Fromherz, der Jura im Breisgau, in Beiträge zur min. u. geogn. Kenntniss des Grossh. Baden, herausgeg. v. G. Leonhard, 1. Heft, S. 57 ff.

Wegen des fränkischen Territoriums der Doggerformation verweisen wir besonders auf die Dissertation von Schrüfer, in welcher dasselbe S. 43 bis 64 ausführlich behandelt und zuletzt mit dem schwäbischen Territorio verglichen wird.

Aus dieser Vergleichung ergiebt sich, dass Quenstedt's Etage α mit *Ammonites torulosus* und *opalinus* vorhanden, und nach unten fast völlig so wie in Schwaben ausgebildet, nach oben aber fast ganz fossilfrei ist, weshalb denn auch die so ausgezeichnete *Trigonia navis* bis jetzt in Franken vergeblich gesucht wurde. Die Etage β erscheint als eine mächtige Ablagerung von gelbem Sandstein mit *Pecten personatus* und *Ammonites Murchisonae*, in welcher bei Amberg und anderen Orten oolithische Eisenerze vorkommen. Für die Etage γ findet sich kein Aequivalent, wie denn überhaupt der ganze mittlere braune Jura in Franken keine so bestimmte

*) Diese, dem Oxfordthon entsprechende Etage würde schon mit der weissen Juraformation zu vereinigen sein. Eine gute Darstellung des braunen Jura im Canton Basel gab Alb. Müller, in Verh. der naturf. Ges. in Basel, III, 79 ff.

Gliederung gestattet, wie in Schwaben. Einen sicheren Orientirungspunct gewährt nur *Belemnites giganteus*, während *Ammonites Humphriesianus* und *A. Parkinsoni* nur selten vorkommen, die übrigen Conchylien aber, welche in Schwaben den einen oder den anderen dieser beiden Ammoniten begleiten, in Franken bunt durch einander liegen. Daher scheinen hier δ und ein Theil von ε zusammen zu fallen. Die darüber zunächst folgenden Thone mit *Ammonites macrocephalus* entsprechen noch dem oberen Theile von ε, während die höher liegenden Thone mit *Ammonites anceps*, *A. Jason*, *A. Castor* und *A. Pollux* die Ornatenthone Quenstedt's oder dessen Etage ζ sehr gut repräsentiren.

Was die nördlich vom Harze liegenden Gegenden betrifft, so hat v. Strombeck eine sehr lehrreiche Schilderung der braunen Juraformation Braunschweigs (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, S. 81 ff.), F. Römer aber eine ausführliche und genaue Beschreibung der jurassischen Weserkette (*ibidem IX*, S. 581 ff.) mitgetheilt, welche er mit einer vergleichenden Uebersicht der nordteutschen Territorien in tabellarischer Form beschliesst. Aus v. Strombeck's Untersuchungen ergiebt sich, dass an der Nordseite des Harzes die Gliederung des braunen Jura nicht gleichmässig wie in Württemberg durchgeführt werden kann. Die Formation besteht dort vorwaltend aus Thon, und bildet bis hinauf zu dem Ornatenthone ein zusammenhängendes, an Mächtigkeit den Lias übertreffendes Ganzes, in welchem die in Württemberg durch Abwechslung von Thonen und Kalksteinen hervortretenden Stufen zum Theil künstlich erscheinen würden. Auffällige Horizonte darin werden durch *Belemnites giganteus*, durch *Ammonites Parkinsoni* und *A. macrocephalus*, *Avicula echinata* und *Ostrea costata*, durch *Ammonites Lamberti* und *A. cordatus*, nebst *Gryphaea dilatata* bezeichnet. Die südteutsche Entwickelung der Schichten mit *Ostrea cristagalli* fehlt; die dort so scharf geschiedenen beiden Glieder, das eine mit *Am. macrocephalus* und das andere mit *Am. Parkinsoni*, sind nördlich vom Harze zu einer, sehr veränderlichen Schicht verschmolzen, welche, nebst einzelnen Exemplaren von *Am. coronatus*, auch Rudimente der Bank mit *Ostrea cristagalli* in sich aufgenommen hat.

Wird die Vergleichung, fährt v. Strombeck fort, noch auf andere Länder ausgedehnt, so ergiebt sich, dass die Gliederung des Lias in der Schweiz, Frankreich und England auffallend gleichmässig ist, und mit der in Württemberg und bei Braunschweig übereinstimmt; dass aber im unteren und mittleren braunen Jura vielfache Verschmelzungen auftreten, durch welche die Gränzen selbst der Etagen in verschiedenen Gegenden einen verschiedenen Horizont einnehmen, und dass erst mit der Entwickelung von *Am. macrocephalus*, im Callovien, eine ziemlich allgemeine und gleiche Gestaltung wieder vorherrscht.

§. 411. *Vergleichung der Doggerformation in Teutschland, Frankreich und England, nach Fraas.*

Wir entlehnen zuvörderst aus der schon mehrfach benutzten Abhandlung von Fraas*) eine allgemeine vergleichende Uebersicht der verschiedenen Ausbildungsweise der braunen Jura- oder Doggerformation in Teutschland, Frankreich und England, welche Fraas mit folgender Betrachtung eröffnet.

Der wichtigste Unterschied zwischen dem braunen Jura in Schwaben und in Frankreich ist der, dass hier die Kalksteine, dort die Thone und Sandsteine vorwalten. In Schwaben umfasst die Formation eine viel mäch-

*) Vergl. oben S. 831, die erste Anmerkung.

tigere Gesteinsmasse als der Lias; dennoch aber erscheint sie, wegen des Vorwaltens der Thone, meist als Steilrand ohne bedeutende Breitenausdehnung. Ganz anders verhält es sich in Frankreich, wo die Kalksteine des Grundoolith und Grossoolith weit ausgedehnte Ebenen bilden, wie diess auch im südlichen England der Fall ist. Recht auffallend wird dieser Contrast, wenn man die Gegenden an der Wutach und am oberen Neckar mit denen der Bourgogne vergleicht. In den ersteren ist es oft der Fall, dass ein Bach, vom weissen Jura herabstürzend, während eines Laufes von einer Viertelmeile den ganzen braunen Jura durchschneidet, um dann in den Lias einzutreten; während in der Bourgogne die Kalksteine sich meilenweit verbreiten, und Ebenen bilden, die von Felsenthälern durchschnitten werden; ähnliche Verhältnisse wiederholen sich in Lothringen und in der Normandie. Diese verschiedene geographische Gestaltung verweist uns auf eine Verschiedenheit der Bildungsräume im alten Jura-Meere; grosse Kalkniederschläge sind immer Beweise einer pelagischen Bildung, Thon- und Sandstein-Ablagerungen deuten auf die Nähe einer Küste, und so ist uns in dieser verschiedenen petrographischen Facies Gelegenheit geboten, die Verhältnisse des alten Jura-Meeres, und die Verschiedenheit seiner Sedimente und seiner Bewohner kennen zu lernen, wie sie einestheils in der Nähe der Ufer, anderntheils in der hohen See waren. Die Parallelisirung der einzelnen Etagen wird dadurch immer schwieriger, die Auffindung genau derselben Schichten geradezu unmöglich, und es kann nur noch von einem Synchronismus derselben die Rede sein. Immer weiter gehen die Aeste des Jurastammes auseinander, immer schwieriger wird es, diejenigen von gleichem Alter aufzufinden.

1. Unterer brauner Jura.

In Schwaben hängen die braunen Sandsteine dieser Etage auf das Innigste mit den darunter liegenden Opalinus-Thonen zusammen, so dass sich eine bestimmte Gränze zwischen beiden nicht nachweisen lässt. Die nach unten feinen und fetten Thone nehmen nach oben immer mehr Glimmer und Sand auf, bis sie in förmliche Sandsteinbänke übergehen, die anfangs noch mit Thonschichten wechsellagern. *Ammonites Murchisonae*, *A. discus*, *Pecten personatus*, *Ostrea calceola* und *Gervillia pernoides* charakterisiren diese Etage, welche im nordöstlichen Schwaben Lager von oolithischem Eisenerz umschliesst, wie sie denn überall durch Eisenoxydhydrat gefärbt ist. Ihre Mächtigkeit steigt im Kocherthale bis zu 300 Fuss, nimmt aber gegen Südwesten immer mehr ab, und an der Wutach, so wie in den Kantonen Bern, Basel, Solothurn und Aargau, da erscheint sie in geringerer Mächtigkeit als ein System von sandigen Thonschichten und Sandschichten, welche nach oben in harte Kalkbänke übergehen.

Im französischen Jura nennt man diese Etage *Ooolithe ferrugineux*, versteht aber darunter nur die Sandbänke mit *Ammonites Murchisonae* und *Nautilus lineatus*, welche jedoch schon in der Bourgogne sehr unbedeutend werden, im Calvados aber und im südlichen England gänzlich verschwinden, wo der *Oolithe inférieur* mit den genannten und mit anderen charakteristischen Fossilien unmittelbar über dem Lias liegt. Allein nördlich von Bath da stellen sich auch in England wieder Sandsteine ein, in denen zwar nicht *Ammonites Murchisonae*, doch aber *Pecten personatus*, *Clypeus patella* und andere für diese Etage charakteristische Fossilien vorkommen.

2. Mittlerer brauner Jura.

In Schwaben wird er mit harten, blaulichgrauen Kalksteinen eröffnet, auf welche Thone und braunoolithische Kalksteine folgen. *Ammonites coronatus* und *Humphriesianus, Ostrea Marshii, Lima pectiniformis, Pecten demissus, Mya depressa, Pleuromya Alduini* und *Belemnites giganteus* sind es, welche dort diese Etage charakterisiren. Aehnlich sind die Verhältnisse in der Schweiz.

Im französischen Jura und von dort aus durch die ganze Bourgogne gewinnen die Kalksteine eine mächtige Entwickelung. Zu unterst liegt blaulichgrauer, harter und spröder Kalkstein, reich an Krinoidengliedern, weshalb er *Calcaire à entroques,* oder auch, nach Lons-le-Saulnier (Laedo) als einem vorzüglichen Punkte seines Vorkommens, *Calcaire laedonien* genannt worden ist. Darüber folgt ein Korallenkalkstein oder *Calcaire à polypiers* mit *Agaricia, Pavonia, Astraea, Anthophyllum, Lithodendron,* Terebrateln, Myen und Cidaritenstacheln. Dieser oft sehr kieselige und dann mit verkieselten, vortrefflich erhaltenen Fossilien versehene Kalkstein lässt sich vom Jura längs den Vogesen bis nach Metz verfolgen; er ist eine eigenthümliche französische Bildung, welche mit gleichen Eigenschaften weder in Schwaben noch in der Schweiz bekannt, dem höheren *Coral-Rag* sehr ähnlich ist, und den Beweis liefert, wie ein jedes Schichtensystem unter günstigen Verhältnissen die Facies einer Korallenbildung annehmen kann, weshalb sich denn auch die Korallen überhaupt nicht sehr zu Leitfossilien eignen. Ueberlagert wird dieser Kalkstein von gelblichgrauen bis blaulichgrauen Thonmergeln, den *Marnes vésouliennes,* mit *Ostrea Marshii, Ostrea acuminata, Gervillia, Perna* und anderen bezeichnenden Fossilien, oder auch (wie in der Bourgogne) von gelben, harten Kalksteinen mit *Ammonites Parkinsoni* und *Pleuromya Alduini,* denen meist noch eine Thonschicht mit *Gervillia tortuosa* zu folgen pflegt.

Ganz eigenthümlich sind die Verhältnisse in der Normandie. Dort lagern unmittelbar über den hellgelben Kalksteinen des oberen Lias die durch ihren Reichthum an Versteinerungen berühmten Kalksteinbänke von Bayeux: braunoolithische Kalksteine, welche innerhalb einer Mächtigkeit von nur wenigen Fuss fast alle organischen Ueberreste verschliessen, die in anderen Gegenden durch eine sehr mächtige Schichtenreihe vertheilt zu sein pflegen. In grosser Menge und trefflich erhalten finden sich dort beisammen: *Terebratula bullata* und *biplicata, Ostrea Marshii, Lima pectiniformis, Trigonia costata, Astarte depressa* und *obliqua, Pleurotomaria conoidea* und *granulata* (oder *ornata,* auch *decorata*), *Belemnites giganteus* und *canaliculatus, Ammonites Murchisonae, A. discus, A. coronatus, A. Humphriesianus, A. Parkinsoni, A. hecticus, A. Truellei, A. subradiatus, A. planula, A. macrocephalus, A. Herveyi, A. Brongniarti, A. Gervillei, A. bullatus, A. microstoma* und viele andere. Was also in Schwaben in sehr verschiedenen Schichten getrennt liegt, das sieht man hier in einer nur 4 Fuss mächtigen Schicht friedlich bei einander; ein deutlicher Beweis, dass wir es hier im Calvados mit den Niederschlägen der hohen See zu thun haben, wo während einer längeren Periode sehr wenig sedimentäres Material zum Absatze gelangte.

In England wird der mittlere braune Jura noch durch die oberen Massen des *Inferior Oolite* so wie durch die Walkerde, ganz vorzüglich aber durch den *Great Oolite* vertreten, welcher als eine für England, Frankreich und die Schweiz sehr bedeutende Bildung noch besonders unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt.

Dieser Grossoolith mit seinen verschiedenen Nebengliedern ist eine mächtige Ablagerung, welche sich aus dem mittleren England durch Frankreich bis in die Schweiz verfolgen lässt, und überall durch ähnliche, hellfarbige, oolithische Kalksteine und durch die Armuth an wohl erhaltenen Versteinerungen auszeichnet. In Schwaben und Franken fehlt diese Bildung; allein auf der Westseite des Schwarzwaldes, im Breisgau, ist sie vorhanden und ragt in dem interessanten, durch

Fromherz bekannt gewordenen Schönberge bei Freiburg bis zu 2000 Fuss auf. An diese Oolithe des Breisgau schliessen sich im Wartenberge bei Basel die der Schweiz an, welche oft in mächtigen Bergen anstehen. Petrefacten enthalten sie nur wenige und nur in den oberen Schichten, wo sich *Discoidea depressa*, *Nucleolites clunicularis* oder *scutatus*, *Terebratula varians*, *T. spinosa*, *T. biplicata*, *T. quadriplicata* und andere Formen vorfinden.

Von der Schweiz bis in den Jura, und von diesem durch die Bourgogne, auch weiterhin bis an die Küsten des Canals und jenseits desselben fehlt der *Great Oolite* nirgends. Bald mehr bald weniger mächtig, bald grob bald fein oolithisch, und überall einen trefflichen Baustein liefernd, bildet er hier weite Ebenen, wie bei Caen im Calvados, dort steile Berge und tiefe Felsenthäler, wie in der Bourgogne und im Jura. Mit ihm ist sehr häufig ein dichter, blaulichgrauer Kalkstein, der *Forest marble*, verbunden, welcher im Jura und in der Bourgogne eine bedeutende Mächtigkeit erlangt, grossartige Felsenpartieen bildet, und Höhlen umschliesst, aber arm an Petrefacten ist, während er in der Normandie, bei weit geringerer Mächtigkeit, einen grossen Reichthum von organischen Ueberresten entfaltet; (Steinbrüche bei Ranville).

In England, wo der *Great Oolite* besonders bei Bath sehr mächtig entwickelt, und bei Bradford und anderwärts von einer, an trefflich erhaltenen Fossilien sehr reichen Thonablagerung, dem *Bradfordclay*, begleitet ist, entwickelt sich der *Forest marble* erst über diesem Thone. Aber schon in Wiltshire drängen sich zwischen ihn Sandsteinschichten ein, und im Norden des Landes, in Yorkshire, werden die Sandsteine so vorwaltend, dass sie fast den ganzen *Great Oolite* verdrängen, weshalb denn dort der mittlere braune Jura, eben so wie der untere, fast nur durch eine Sandsteinbildung mit vielen Pflanzenresten und einigen Kohlenflötzen repräsentirt wird; vergl. oben S. 857.

3. Oberer brauner Jura.

In Schwaben beginnt, wie wir gesehen haben, die obere Abtheilung des braunen Jura mit schwarzen Thonen, in welchen *Ostrea costata*, *Trigonia costata*, *Pleurotomaria granulata*, *Trochus monilitectus*, *Cerithium armatum*, *Ammonites Parkinsoni*, *A. hecticus* u. a. Fossilien vorkommen. Darüber folgen braunoolithische Kalksteine mit *Discoidea depressa*, *Ammonites macrocephalus*, *A. triplicatus*, *A. sublaevis*, *A. bullatus*, *A. microstoma*, *Belemnites canaliculatus* und *B. latesulcatus*. Nach Fraas soll nun der Cornbrash der Engländer jenen schwarzen Parkinsoni-Thonen entsprechen, wenigstens seiner bathrologischen Stelle nach, die er unmittelbar unter dem Kellowayrock behauptet, während er allerdings paläontologisch etwas anders charakterisirt ist, da viele Terebrateln, *Ostrea Marshii*, *Pholadomya Murchisoni*, *Goniomya literata* für ihn besonders bezeichnend sind. Auch die in Frankreich, besonders im französischen Jura, unter dem Namen Cornbrash aufgeführten Schichten werden mehr durch ihre Lagerung denn durch ihre Petrefacten als das wirkliche Aequivalent des englischen Cornbrash charakterisirt. In den Kantonen Basel und Aargau endlich erscheinen wieder die Schichten mit *Ammonites Parkinsoni* und *Pleurotomaria granulata*, aber auch jene mit *Ammonites macrocephalus*, *A. triplicatus* und *athleta*, so dass hier ein sicherer Uebergang zu den schwäbischen Parkinsoni-Thonen vorliegt.

Eine ganz vorzügliche Wichtigkeit aber erlangen die über diesen Thonen gelagerten Kalksteine mit *Ammonites macrocephalus*, die Aequivalente des *Kellowayrock*. »So weit ich Jura sah, bemerkt Fraas, sah ich auch diese, nur wenige Fuss mächtigen, braunen oder gelben oolithischen Bänke nie fehlen, welche, wenn auch die Schichten unterhalb verwirren, alsbald wieder den Weg weisen zu den über ihnen lagernden Ornaten-Thonen; und wirklich überraschend ist es, an Petrefacten

aus weit entlegenen Ländern, z. B. vom Himalaya und aus Cutsch dieselben Formen des *Ammonites macrocephalus, A. triplicatus, A. Gowerianus*, der *Trigonia costata* mit derselben rothbraunen Farbe zu sehen, als ob die Stücke aus dem *Kellowayrock* Frankreichs oder Teutschlands gesammelt wären. Allenthalben steht diese Bank von Eisenoolithen an, im Norden Teutschlands, vom Main bis zum Rhein, vom Rhein bis zur Loire, im Calvados und in England.« Nur das Auftreten mancher verschiedener Leitfossilien ertheilt ihr in verschiedenen Gegenden ein eigenthümliches Gepräge, indem namentlich in der Schweiz, in Frankreich und England die Petrefacten der höher liegenden Ornatenthone schon mehr oder weniger zahlreich in diesem Kellowayrock erscheinen.

Aber in diesem Ornatenthone, d. h. in dem schwarzen fetten Thone mit verkiesten Conchylien, namentlich mit *Ammonites ornatus, A. Jason, A. annularis, A. caprinus, A. convolutus, A. bipartitus, A. hecticus, A. Lamberti* u. s. w., giebt sich wieder in allen Ländern eine auffallende allgemeine Uebereinstimmung zu erkennen, obwohl nicht überall die genannten Ammoniten mit einander vorkommen, und sich schon in Schwaben ein Wechsel derselben nach den Localitäten kund giebt. Allgemein leitend erscheint auch *Belemnites semihastatus* (oder *hastatus*). So ziehen sich diese Thone aus der Schweiz durch Frankreich bis an die Nordküste dieses Landes, wo sie noch bei Dives in ihrer ganzen Pracht zu thurmhohen Klippen, den *Vaches noires*, aufragen. Dort trennt die braunoolithische Kalkbank des *Kellowayrock* mit *Ammonites Lamberti, A. caprinus* und *A. perarmatus* die schwarzen Thone des oberen braunen Jura in zwei Abtheilungen, welche die *Gryphaea dilatata* gemein haben; aber nur oberhalb dieses Kellowayrock erscheinen die verkiesten Ammoniten des Ornatenthon, unterhalb desselben lediglich die Bivalven und Gastropoden des Cornbrash. In diesem Ornatenthone von Dives treten wiederum *Ammonites ornatus, A. Jason, A. Lamberti*, dazu *A. sublaevis, A. athleta, A. perarmatus, A. caprinus* und *A. macrocephalus* auf; alle sind sie verkiest und in einer seltenen Pracht erhalten, dabei von einer Grösse, welche die der schwäbischen Exemplare um das Drei- bis Sechsfache übersteigt; denn *Amm. athleta* und *perarmatus* erreichen ein bis anderthalb Fuss im Durchmesser. Auch *Pecten fibrosus* und *Trigonia clavellata* kommen hier vor, die letztere ganze Bänke bildend.

Dieselben Verhältnisse wiederholen sich auch jenseits des Canals; in der Gegend von Oxford sind ausser *Gryphaea dilatata* besonders *Ammonites athleta, A. Jason, A. sublaevis* und *A. convolutus* als Leitfossilien des Thones zu betrachten; oft erscheinen ihre Kammern mit weissem Kalkspath erfüllt, und bei Chippenham sind durch den Eisenbahntunnel herrliche Exemplare mit weisser, perlmutterglänzender Schale gewonnen worden. Endlich tritt in Yorkshire wiederum die Verkiesung der Conchylien ein.

Mit diesen Ornatenthonen ist Leopold v. Buch's brauner Jura geschlossen.

§. 411a. *Vergleichende Uebersicht der Doggerformation nach Oppel.*

Unter Zugrundlegung dreier Hauptgruppen, nämlich des Unteroolithes, der Bathgruppe und der Kellowaygruppe, welche ziemlich genau denen von d'Orbigny unter den Namen *Etage bajocien, E. bathonien* und *E. callovien* aufgestellten Gruppen entsprechen, hat Oppel eine specielle Gliederung der Doggerformation nach paläontologischen Kriterien durchzuführen versucht, indem er jede Gruppe in mehre Zonen oder Stufen abtheilt, welche durch

gewisse, ihnen ausschliesslich angehörige Fossilien charakterisirt werden*). So gelangt er denn für die braune Juraformation auf folgende Eintheilung, welcher zur Vergleichung die Quenstedt'schen Etagen beigesetzt sind:

I. Unteroolith.

Brauner Jura α
- 1. Zone des *Ammonites torulosus.*
- 2. Zone der *Trigonia navis.*

Brauner Jura β
- 3. Zone des *Ammonites Murchisonae.*

Brauner Jura γ
- 4. Zone des *Ammonites Sauzei.*

Brauner Jura δ
- 5. Zone des *Ammonites Humphriesianus.*
- 6. Zone des *Ammonites Parkinsoni.*

Brauner Jura ε

II. Bathgruppe.

- 7. Zone der *Terebratula digona.*
- 8. Zone der *Terebratula lagenalis.*

III. Kellowaygruppe.

Brauner Jura ζ
- 9. Zone des *Ammonites macrocephalus.*
- 10. Zone des *Ammonites anceps.*
- 11. Zone des *Ammonites athleta.*

Die näheren Verhältnisse dieser 11 Stufen werden nun von Oppel in folgender Weise erörtert.

I. Unteroolith, oder untere Doggerformation.

In Schwaben besteht sie nach unten überall aus mächtigen Thonen, mit *Ammonites torulosus*, *Am. opalinus* und *Trigonia navis*, über welchen die gelben Sandsteine mit *Am. Murchisonae* und mit untergeordneten Eisenerzen folgen, welche dann von den höheren, theils aus Thonen, theils aus braunoolithischen Kalksteinen bestehenden Stufen überlagert werden. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich auch bei Niederbronn (Dép. du Bas Rhin) und auf der westlichen Seite der Vogesen. In anderen Gegenden, wie im mittleren und nördlichen Frankreich und im südlichen England, spielen die Kalksteine eine mehr vorwaltende Rolle, während in Yorkshire besonders Sandsteine und Schieferthone auftreten. Die Mächtigkeit dieser Formations-Abtheilung ist sehr verschieden; sie beträgt bei Wasseralfingen nach Schuler 480, bei Balingen nach Fraas über 600, in Yorkshire 600 Fuss, sinkt aber in Gloucestershire auf 230, in der Bourgogne auf 200, ja im Dép. Calvados bis auf 70 Fuss herab.

---

*) Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands, S. 300 bis 599. Oppel ist zwar während der Verfolgung seiner Aufgabe zu der Ansicht gelangt, dass sich vielleicht eine noch vortheilhaftere Gruppirung herausstellt, wenn man die Kellowaygruppe mit dem weissen oder oberen Jura verbindet, (a. a. O. S. 599 und 822 ff.); um jedoch unsere Darstellung mit der von Leopold v. Buch begründeten und von Quenstedt adoptirten Eintheilung im Einklange zu erhalten, glaubten wir die Kellowaygruppe noch als ein Glied der Doggerformation beibehalten zu müssen.

1. Zone des *Ammonites torulosus.* Als einige vorzüglich wichtige Leitfossilien heben wir hervor:

Ammonites torulosus Schübl.
. . . . . . *subinsignis* Opp.
Belemnites Quenstedti Opp.
Turbo capitaneus Münst.
. . . *subduplicatus* Orb.
Purpurina subangulata Münst.
Alaria subpunctata Münst.
Nucula Hausmanni Röm.
Leda rostralis Orb.
. . . *Diana* Orb.
Astarte Voltzii Goldf.
Trigonia pulchella Ag.
Arca liasina Röm.
Posidonomya Suessi Opp.
Rhynchonella cynocephala Rich.
Thecocyathus mactra Edw.

Ausser diesen und einigen anderen, der Zone ausschliesslich angehörigen Species finden sich auch noch mehre, höher aufwärts gehende Formen, wie *Ammonites opalinus*, *Belemnites brevis* und *Bel. subclavatus.*

Diese Stufe, welche als Grundstein der ganzen Doggerformation eine so grosse Bedeutung gewinnt, lässt nach Oppel in petrographischer Hinsicht einen teutschen und einen englischen Typus unterscheiden. Der teutsche Typus wird wesentlich durch dunkelfarbige Thone geliefert. So stellt sich die Stufe in Schwaben und Franken hauptsächlich als eine mächtige Thonbildung dar; eben so erscheinen in der Schweiz theils Thone, theils Mergel, und Rolle hat gezeigt, dass die Zone auch im nordwestlichen Teutschland, bei Quedlinburg, Goslar und Hildesheim, mit ähnlichen Eigenschaften vorhanden ist. In Frankreich kennt man sie schon lange bei Uhrweiler (Bas-Rhin) als eine an Petrefacten reiche Thonablagerung, und eben so wiederholt sie sich in mehren anderen Départements; wogegen sie im Dép. der Isère, bei St. Quentin und la Verpillière, fast nur durch oolithisches Eisenerz vertreten wird. Der englische Typus dagegen wird durch hellgraue oder gelbliche, sandige oder oolithische Kalksteine charakterisirt. Schon im Calvados wird die Stufe von harten grauen Kalkbänken gebildet; bei Bridport in Dorsetshire erscheinen sandige hellgraue, bei Frocester in Gloucestershire gelbliche oolithische Kalksteine, u. s. w.

2. Zone der *Trigonia navis.* Einige der wichtigsten Fossilien sind:

Ammonites dilucidus Opp.
Belemnites rhenanus Opp.
. . . . . . *conoideus* Opp.
Panopaea rotundata Ziet. sp.
Pholadomya fidicula Sow. beginnt hier.
Goniomya Knorri Ag.
Lyonsia abducta Phill.
Nucula Hammeri Defr.
Trigonia navis Lam.
Pronoë trigonellaris Ag.
Lucina plana Ziet.
Gervillia Hartmanni Goldf.

zu welchen sich noch besonders *Ammonites opalinus* Rein., *Cardium subtruncatum* Orb., *Astarte subtetragona* Goldf. u. a. gesellen.

In Württemberg besteht auch diese Stufe aus dunkelfarbigen, nach oben glimmerreichen Thonen, welche Nieren von Mergel und Eisenstein sowie die höchst ausgezeichnete Muschel *Trigonia navis* enthalten; mit derselben petrographischen Beschaffenheit, jedoch ohne diese charakteristische Muschel, erscheint die Zone wieder in Franken, im südwestlichen Baden bei Kandern, und in den angränzenden Gegenden der Schweiz. Im nordwestlichen Teutschland dagegen, bei Braunschweig, Hildesheim und Goslar, da ist die mächtige Thonablagerung abermals durch *Trigonia navis* ausgezeichnet, in deren Begleitung *Ammonites opalinus*, *Panopaea rotundata*, *Nucula Hammeri* u. a. Formen auftreten. Auch im Elsass, bei Niederbronn und Gundershofen, zeigt sich die Stufe mit allen ihren charakteristischen Eigenschaften. Weiterhin nach Frankreich jedoch sowie in England ist sie kaum

noch nachzuweisen, oder petrographisch und paläontologisch so abweichend ausgebildet, dass sie nur noch durch das Vorkommen von *Am. opalinus* über dem Niveau von *Am. torulosus* angedeutet zu sein scheint.

3. Zone des *Ammonites Murchisonae*. Zu ihren wichtigeren Leitfossilien gehören:

Ammonites Murchisonae Sow.
. . . . . *Staufensis* Opp.
Belemnites spinatus Quenst.
Nerinea cingenda Bronn
Actaeonina Sedgwicki Phill.
Turbo gibbosus Orb.
Leda Deslongchampsi Opp.
Nucula Aalensis Opp.
Tancredia donaciformis Lyc.
Quenstedtia oblita Morr.
Astarte excavata Sow.
. . . . *elegans* Sow.
Corbula obscura Sow.
Trigonia striata Sow.
. . . . . *tuberculata* Ag.
Cardium substriatulum Orb.
Arca Lycetti Opp.
Avicula elegans Münst.
Inoceramus amygdaloides Goldf.
Pecten pumilus Lam.
Ostrea calceola Ziet.
Lingula Beani Phill.
Crenaster priscus Orb.
. . . . *Mandelslohi* Münst.

In Schwaben besteht diese Stufe gewöhnlich aus gelbem eisenschüssigen Sandsteine, dem bei Aalen und Wasseralfingen oolithische Eisenerze untergeordnet sind; von Metzingen bis Hechingen tritt jedoch Thon an die Stelle des Sandsteins, welcher letztere dagegen durch Franken bis nach Lichtenfels fortsetzt. In Frankreich ist die Zone bei Longwy (Mosel) sicher vorhanden; so auch in der Bourgogne, wo sie als Kalkstein auftritt, und bei Couzon am Mont d'Or lyonnais, wo sie abermals aus Kalkstein besteht. In der Normandie sowie in Dorsetshire und weiterhin ist die Zone zwar ausgebildet, aber so schmal, dass sie oft übersehen wurde, bis sie endlich in Yorkshire wiederum sehr deutlich ausgeprägt ist.

4. Zone des *Ammonites Sauzei*. Als sichere Leitfossilien führt Oppel auf:

Ammonites Sauzei Orb.
. . . . . *jugosus* Sow.
. . . . . *Brocchii* Sow.
. . . . . *Brongniarti* Sow.
. . . . . *Bayleanus* Opp.
Belemnites Gingensis Opp.
Chemnitzia lineata Orb.
Goniomya Duboisi Ag.
Lima alticosta Dew.
Gryphaea calceola Quenst.

In Schwaben besteht diese Zone, welche Quenstedt's braunen Jura γ begreift, aus dunklen Thonen, welche mit mächtigen Schichten eines blaulichgrauen, harten, bisweilen sandigen Kalksteins wechseln, über denen erst die vorwaltenden Thone der folgenden Zone lagern, an deren Gränze bisweilen eine an Korallen reiche Schicht gefunden wird. Ausserdem ist diese Zone bis jetzt nur wenig nachgewiesen, weshalb sie auch von Oppel anfangs nur als eine Subzone aufgeführt wurde.

5. Zone des *Ammonites Humphriesianus*. Von den vielen Leitfossilien heben wir besonders die folgenden hervor.

Ammonites Blagdeni Sow.
. . . . . *subcoronatus* Opp.
. . . . . *Humphriesianus* Sow.
. . . . . *linguiferus* Orb.
Belemnites giganteus Schl.
. . . . . *canaliculatus* Schl.
Trochus monilitectus Phill.
. . . . *Ancaeus* Münst.
Pleurotomaria Palaemon Orb.
Cerithium muricatocostatum Münst.
Panopaea subovalis Orb.
Pholadomya Heraulti Ag.
Lyonsia gregaria Röm. sp.
Thracia lata Goldf. sp.
Astarte depressa Münst.
Arca oblonga Goldf.

Trigonia signata Ag.	*Hinnites abjectus* Morr.
. . . . . *costata* Park.	*Ostrea flabelloides* Lam.
Mytilus cuneatus Orb.	. . . . *explanata* Goldf.
Lima pectiniformis Schl.	*Terebratula Waltoni* Dav.
Avicula Münsteri Bronn	. . . . . . *homalogaster* Hehl
Gervillia consobrina Orb.	*Rhynchonella spinosa* Schl. sp.
Perna isognomonoides Stahl sp.	*Cidaris anglosuevica* Opp.
Pecten ambiguus Goldf.	

In Württemberg besteht diese (daselbst 50 Fuss mächtige) Zone aus dunkelgrauen Thonen mit untergeordneten Schichten von mergeligem Kalkstein, wie sie am Nipf bei Bopfingen, am Stuifenberg, bei Neuffen, Oeschingen, Hohenzollern, Donaueschingen u. a. O. sehr schön aufgeschlossen, und überall durch das zahlreiche Auftreten von *Belemnites giganteus*, *Ostrea flabelloides*, *O. explanata*, *Lima pectiniformis*, *Trigonia costata*, *T. signata* und *Ammonites Blagdeni* ausgezeichnet sind. In Baden erscheinen braunoolithische Kalksteine mit Thonlagen (Walkerde von Fromherz). In Frankreich sind die Schichten des *Am. Humphriesianus* sehr verbreitet, obgleich ihre Abgränzung von den darauf folgenden Schichten des *Am. Parkinsoni* nicht immer gelingt, wie namentlich in der Normandie, wo beide Zonen in einer, nur wenige Fuss mächtigen Ablagerung braunoolithischen Kalksteins vereinigt sind. Aehnlich erweisen sich die Verhältnisse bei Bridport in Dorsetshire und Dundry in Somersetshire, während in Gloucestershire beide Zonen selbständiger auftreten, in Yorkshire endlich die gegenwärtige Zone durch die den Sandsteinen eingeschaltete Kalksteinbildung sehr bestimmt repräsentirt wird.

6. Zone des *Ammonites Parkinsoni*. Die wichtigsten Fossilien sind:

Ammonites subradiatus Sow.	*Dentalium entaloides* Desl.
. . . . . *oolithicus* Orb.	*Panopaea Zieteni* Orb.
. . . . . *Deslongchampsi* Defr.	*Pholadomya Schuleri* Opp.
. . . . . *zigzag* Orb.	*Leda caudata* Orb.
. . . . . *Martinsi* Orb.	*Posidonomya Buchi* Röm.
. . . . . *Neuffensis* Opp.	*Terebratula Meriani* Opp.
. . . . . *Parkinsoni* Sow.	. . . . . . *carinata* Lam.
. . . . . *bifurcatus* Ziet.	. . . . . . *Württembergica* Opp.
. . . . . *subfurcatus* Ziet.	. . . . . . *Phillipsi* Morr.
. . . . . *Garantianus* Orb.	. . . . . . *globata* Sow.
. . . . . *polymorphus* Orb.	. . . . . . *sphaeroidalis* Sow.
Ancyloceras annulatum Orb.	*Rhynchonella acuticosta* Hehl sp.
Belemnites giganteus Schl.	. . . . *angulata* Sow. sp.
. . . . . *canaliculatus* Schl.	. . . . *Stuifensis* Opp.
. . . . . *Württembergicus* Opp.	. . . . *spinosa* Schl. sp.
Spinigera longispina Orb.	

In Schwaben ist diese wichtige Zone verschiedentlich ausgebildet; bei Bopfingen nur 4 bis 6 Fuss mächtig als braune, oolithische oder mergelige Kalksteine. welche bei Boll schon thoniger und mächtiger werden, bis endlich bei Balingen die Thone vorwalten, und, mit den ihnen untergeordneten Kalkbänken, eine Mächtigkeit von mehr als 30 Fuss erlangen. In Frankreich sind die Parkinsoni-Schichten bei Couzon (am Mont d'Or lyonnais), in den Départements der Mosel, des Bas-Rhin, der Sarthe und des Calvados bekannt; eben so auch jenseits des Canals in Dorsetshire, Somersetshire und Gloucestershire.

II. Bathgruppe, oder mittlere Doggerformation.

Diese Gruppe hat besonders in England, wo sie über 400 Fuss mächtig wird, eine vielfache Gliederung erfahren, welche sich zum Theil mehr auf petrographische als auf paläontologische Unterschiede gründet, und für andere Länder in gleicher Weise nicht durchführen lässt. Die in England über dem *Inferior Oolite* unterschiedenen Glieder der *Fullersearth*, des *Stonesfieldslate*, *Great Oolite*, *Bradfordclay*, *Forestmarble* und *Cornbrash* sind es nämlich, welche dort die Bathformation constituiren. Von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus, und nach paläontologischen Kriterien glaubt jedoch Oppel in diesem Schichtensysteme nur zwei Etagen, nämlich die Zone der *Terebratula digona* und die Zone der *Terebratula lagenalis* aufstellen zu können, deren erstere von der Fullersearth bis zum Bradfordclay reicht, während die zweite den Forestmarble und Cornbrash begreift. Die Mächtigkeit der Bathgruppe schwankt in verschiedenen Ländern zwischen 60 und 400 Fuss, sinkt aber in der schwäbischen Alp sogar weit unter 60 Fuss herab. Auffallend ist die Seltenheit von Cephalopoden, welche im Unteroolith und in der Kellowaygruppe eine so wichtige Rolle spielen.

7. Zone der *Terebratula digona*. Als Leitfossilien nennt Oppel:

Avicula costata Sow.	*Terebratella hemisphaerica* Sow. *sp.*
Terebratula digona Sow.	*Rhynchonella obsoleta* Sow.
. . . . . . *flabellum* Defr.	*Crania antiquior* Jelly
. . . . . . *coarctata* Park.	*Hemicidaris Luciensis* Orb.
. . . . . . *cardium* Lam.	*Apiocrinus Parkinsoni* Orb.

Ausserdem ist die Zone durch einen grossen Reichthum von Bryozoën ausgezeichnet.

In England sind es besonders die obersten Schichten des Grossoolithes und der Bradfordthon, welche diese Zone repräsentiren, während die darunter liegenden Schichten keine bestimmte paläontologische Charakterisirung gestatten, weil ihre zahlreichen Mollusken zum Theil bis in die Zone von *Terebratula lagenalis* hinaufgehen. In Frankreich findet sich die Zone besonders bei Caen und Ranville im Dép. Calvados, sowie bei Mamers im Dép. der Sarthe, wo Sæman gezeigt hat, dass der obere Theil der dortigen oolithischen Kalksteine und die darüber liegende Thonschicht das Aequivalent der ähnlichen Schichten Englands darstellen. In Schwaben ist dieser Horizont bis jetzt noch nicht selbständig nachgewiesen worden; wie sich denn überhaupt seine Leitfossilien nicht über das englisch-französische Becken hinaus zu verbreiten scheinen.

8. Zone der *Terebratula lagenalis*. Von den vielen Leitfossilien sind die folgenden besonders wichtig:

Ammonites discus Sow.	*Pteroceras pupaeformis* Orb.
. . . . . *Würtlembergicus* Opp.	*Bulla undulata* Bean
. . . . . *aspidoides* Opp.	*Panopaea Haueri* Opp.
. . . . . *aurigerus* Opp.	. . . . . *decurtata* Orb.
. . . . . *arbustigerus* Orb.	*Pholadomya deltoidea* Morr.
Belemnites canaliculatus Schl.	. . . . . . *lyrata* Morr.
Chemnitzia vittata Orb.	*Goniomya proboscidea* Ag.
Pteroceras camelus Piette	*Ceromya concentrica* Morr.

Ceromya plicata Ag.
Lyonsia peregrina Orb.
Thracia lens Orb.
Leda lacryma Morr.
Nucula variabilis Sow.
Trigonia interlaevigata Quenst.
. . . . . *angulata* Sow.
Unicardium varicosum Orb.
Cardium citrinoideum Phill.
Isocardia minima Sow.
Mytilus imbricatus Sow. sp.
. . . . *asper* Sow. sp.
Lima helvetica Opp.
Limea duplicata Münst.
Avicula echinata Sow.
Arca sublaevigata Orb.
Pecten vagans Sow.
. . . . *laminatus* Sow.
. . . . *Rypheus* Orb.
. . . . *rigidus* Sow.
Pecten hemicostatus Morr.
Ostrea Marshi Sow.
. . . . *Knorri* Ziet.
. . . . *costata* Sow.
. . . . *acuminata* Sow.
Terebratula lagenalis Schl.
. . . . . . *obovata* Sow.
. . . . . . *intermedia* Sow.
. . . . . . *diptycha* Opp.
. . . . . . *Fleischeri* Opp.
. . . . . . *Bentleyi* Morr.
Rhynchonella Morieri Dav.
. . . . *Badensis* Opp.
. . . . *varians* Schl.
. . . . *concinna* Sow.
. . . . *spinosa* Schl.
Thecidium triangulare Orb.
Holectypus depressus Ag.
Nucleolites clunicularis Bl.

In England sind es der Forestmarble und der Cornbrash, welche diese Zone bilden, und besonders bei Chippenham in Wiltshire ihre recht eigentliche Entwickelung gefunden haben, obgleich sie auch in vielen anderen Grafschaften vorhanden sind. Ueberhaupt aber erlangt diese Zone eine grosse Wichtigkeit, weil sie auch auf dem Cotinente eine bedeutende Verbreitung besitzt. So ist sie in Frankreich als mergeliger Kalkstein und dunkelgrauer Oolith bei Boulogne, im Dép. de l'Aisne und im Calvados bekannt. Bei Freiburg in Baden besteht sie aus grauem Thone und mergeligem Kalksteine, bei Aarau in der Schweiz aus braunem sandigen Kalksteine mit unzähligen Conchylien; in Württemberg ist es nur eine, höchstens 10 Fuss mächtige Ablagerung von thonigen oder oolithischen Schichten, welche gewöhnlich noch mit der Zone des *Ammonites Parkinsoni* vereinigt werden, und gewissermaassen die ganze Bathgruppe repräsentiren.

III. Kellowaygruppe, oder obere Doggerformation.

Diese Gruppe, welche gegen die vorhergehende durch das Vorwalten der Cephalopoden ausgezeichnet ist, beginnt mit den Schichten des *Ammonites macrocephalus*, und lässt sich in drei Stufen oder Zonen abtheilen, welche Oppel nach dreien charakteristischen Ammonitenspecies benannt hat. Die ganze Gruppe liefert einen sehr wichtigen Horizont, obgleich ihre Mächtigkeit unbedeutend ist, und höchstens 45 Fuss beträgt.

9. Zone des *Ammonites macrocephalus*. Als die wichtigeren Leitfossilien sind folgende zu nennen:

Ammonites macrocephalus Schl.
. . . . . *Herveyi* Sow.
. . . . . *tumidus* Rein.
. . . . . *bullatus* Orb.
. . . . . *microstoma* Orb.
. . . . . *funatus* Opp.
. . . . . *Königi* Sow.
Ammonites modiolaris Lhwyd.
. . . . . *Gowerianus* Sow.
. . . . . *Calloviensis* Sow.
. . . . . *funiferus* Phill.
. . . . . *hecticus* Rein.
Ancyloceras Calloviense Morr.
Belemnites subhastatus Ziet.

Pleurotomaria Cypraea Orb.	*Terebratula Perieri* Desl.
. . . . *Cytherea* Orb.	. . . . . . *pala* Buch
Pholadomya Württembergica Opp.	*Rhynchonella triplicosa* Quenst.
Cardium dissimile Phill.	. . . . . . *spathica* Lam.
Arca subtetragona Morr.	. . . . . . *Royeriana* Orb.
Avicula inaequivalvis Sow.	. . . . . . *phaseolina* Desl.
Terebratula subcanaliculata Opp.	*Holectypus striatus* Orb.

Bei Kelloway-Mill in Wiltshire ist es ein gelber sandiger Kalkstein, ganz erfüllt mit *Ammonites Calloviensis, A. modiolaris, A. Königi* und *A. Gowerianus*, unter welchem in der Nähe bei Chippenham thonige Schichten mit *Ammonites macrocephalus, A. Herveyi* und anderen Fossilien aufgeschlossen worden sind. Eben so liegt bei Scarborough in Yorkshire der eigentliche Kellowayrock auf Schichten mit *Am. macrocephalus*. In Schwaben sind es blaulichgraue, braun verwitternde oolithische Kalksteine, welche nicht leicht über 6 Fuss mächtig werden, aber durch ihre organischen Ueberreste vortrefflich charakterisirt sind. In Frankreich sind die Schichten des *Am. macrocephalus* an sehr vielen Punkten nachgewiesen worden, wie sie denn auch in Ostindien ganz unzweifelhaft existiren.

10. Zone des *Ammonites anceps*, für welche besonders

Ammonites anceps Rein.	*Pholadomya carinata* Goldf.
. . . . . *punctatus* Stahl	*Goniomya trapezicosta* Pusch
. . . . . *lunula* Ziet.	*Nucula Caecilia* Orb.
. . . . . *curvicosta* Opp.	*Trigonia elongata* Sow.
. . . . . *coronatus* Brug.	*Cardium subdissimile* Orb.
. . . . . *Jason* Rein.	*Plicatula peregrina* Orb.
. . . . . *pustulatus* Rein.	*Gryphaea Alimena* Orb.
. . . . . *polygonius* Ziet.	*Terebratula dorsoplicata* Desl.
. . . . . *refractus* Rein.	. . . . . . *Trigeri* Desl.
Baculites acuarius Quenst.	. . . . . . *pala* Buch
Nautilus Calloviensis Opp.	*Rhynchonella Orbignyana* Opp.
Belemnites Calloviensis Opp.	. . . . . . *phaseolina* Desl. und
Acanthoteuthis antiqua Morr.	*Eumorphia socialis* Mey.

von Wichtigkeit sind, und endlich

11. Zone des *Ammonites athleta*, charakterisirt durch

Ammonites Brighti Pratt	*Ammonites Baugieri* Orb.
. . . . . *athleta* Phill.	. . . . . *denticulatus* Ziet.
. . . . . *annularis* Rein.	*Belemnites hastatus* Blainv.
. . . . . *ornatus* Schl.	*Astarte undata* Goldf.
. . . . . *bicostatus* Stahl	*Eumorphia socialis* Mey.

Diese beiden Zonen werden von Oppel unter dem Namen der Schichten des *Ammonites ornatus* zusammengefasst, wie sie denn auch petrographisch nur selten getrennt werden können. Noch führt er *Alaria armigera* Phill., *Spinigera semicarinata* Goldf., *Posidonomya ornati* Quenst., *Pecten fibrosus* Goldf. und ein paar andere Formen als solche Species auf, von denen es noch nicht erwiesen ist, ob sie nur einer dieser beiden Zonen, oder beiden gemeinschaftlich angehören. Auch erwähnt er *Ammonites Lamberti* Sow., *A. tortisulcatus* Orb., *Belemnites Puzosianus* Orb. und *Gryphaea dilatata* als einige von denjenigen Species, welche in der Zone des *Am. athleta* beginnen, aber höher hinaufgehen.

In Schwaben stellen beide Zonen eine 30 Fuss mächtige Thonablagerung dar, welche jedoch nach ihren Fossilien in eine untere und eine obere Stufe zerfällt. In Frankreich werden diese schwäbischen Ornatenthone mehrorts durch

eisenreiche Oolithe oder gelbe thonige Kalksteine vertreten. Dagegen sind es bei Niort (Deux-Sèvres) graue thonige Kalksteine, bei la Voulte (Ardèche) thonige und mergelige Schichten mit Flötzen von Thoneisenstein, und im Calvados, zwischen Dives und Villers, abermals Thone, welche diese Zonen wesentlich constituiren. Auch in England erscheinen beide Zonen an vielen Orten, immer an der Basis des Oxfordthons, mit welchem sie oftmals vereinigt worden sind, weil sie gewöhnlich aus thonigen Schichten bestehen; bei Scarborough in Yorkshire aber werden sie von graulichgelben kalkigen Sandsteinen gebildet, welche schon von W. Smith sehr richtig mit dem Kellowayrock in Wiltshire verglichen wurden.

§. 412. *Organische Ueberreste der Doggerformation.*

Die Doggerformation wird durch ihre organischen Ueberreste auf eine so bestimmte Weise charakterisirt, dass sie lediglich nach ihnen sowohl von der vorausgehenden Liasformation als auch von der nachfolgenden weissen Juraformation unterschieden werden kann, obgleich einige ihrer Species schon in der ersteren, und nicht wenige derselben noch in der letzteren vorkommen. Die grosse Mehrzahl der Species gehört ihr jedoch eigenthümlich an, und viele von diesen sind so allgemein verbreitet, dass sie als vortreffliche Leitfossilien gelten können.

I. Pflanzenreste der Doggerformation.

Die Pflanzenreste sind theils Fucoiden, theils Landpflanzen; ihre Ueberreste pflegen zwar besonders zahlreich in den Sandstein-Etagen der Formation vorzukommen; doch sind Fucoiden auch in manchen Kalksteinen anzutreffen.

Fucoiden kennt man z. B. in den braunen Sandsteinen (β) sowie in den bläulichgrauen Kalksteinen (γ) Württembergs, auf deren Schichtungsfugen sie nach Quenstedt oft in grosser Menge ausgebreitet sind; ferner in den Kalkschiefern von Stonesfield, aus welchen *Caulerpites thuiaeformis Sternb.* und *Halymenites ramulosus Sternb.*, sowie in den Sandsteinen von Yorkshire, aus denen *Caulerpites expansus Sternb.*, *Caulerpites Bucklandi Sternb.*, *Chondrites solenites Ung.* und *Sphaerococcites arcuatus Sternb.* angeführt werden.

Von Landpflanzen sind vorzugsweise Farnkräuter und Cycadeen als die häufigeren Formen zu erwähnen, welche besonders in den kohlenführenden Sandsteinen von Yorkshire, z. Th. auch bei Stonesfield, bei Mamers (Dép. der Sarthe), in dem Oberschlesischen Thoneisensteingebirge (S. 864), an einigen Punkten Oesterreichs, in den venetianischen Alpen, auf Bornholm, bei Hör in Schonen, in Ostindien und anderwärts vorkommen. Von anderen Pflanzenformen dürften nur noch die Coniferen einige Wichtigkeit erlangen, deren petrificirte oder verkohlte Hölzer hier und da in den Sandsteinen oder Kalksteinen angetroffen werden. Da es nun diese Landflora ist, welche die Steinkohlenflötze der braunen Juraformation geliefert hat, so dürfte folgende Aufzählung der Species einiges Interesse haben.

a. Calamiten.

Calamites Lehmannianus Göpp. Schles. *Calamites Hoerensis* His. Hör.

b. Equisetaceen.

Equisetites lateralis Ung. Yorkshire.

c. Farnkräuter.

Neuropteris recentior Lindl. Yorks.
. . . . . . *ligata* Lindl. Yorks.
. . . . . . *lobifolia* Phill. Yorks.
. . . . . . *arguta* Lindl. Yorks.
Odontopteris acuminata Göpp. Yorks.
Cyclopteris digitata Brong. Yorks.
. . . . . . *Huttoni* Sternb. Yorks.
. . . . . . *cuneata* Sternb. Yorks.
. . . . . . *Beani* Lindl. Yorks.
Sphenopteris denticulata Brong. Yorks.
. . . . . . *tenella* Brong. Yorks. u. Stonesfield.
. . . . . . *arguta* Lindl. Yorks.
. . . . . . *undulata* Göpp. Yorks.
. . . . . . *athyroides* Göpp. Yorks.
Glossopteris Phillipsii Brong. Yorks.
Hymenophyllites crenulatus Göpp. Y.
. . . . *Phillipsii* Göpp. Yorks.
. . . . *Williamsonis* Göpp. Y.
. . . . *macrophyllus* Göpp. Stonesfield.
Acrostichites Williamsonis Göpp. Yorks.
. . . . *Phillipsii* Göpp. Yorks.
Alethopteris Phillipsii Göpp. Yorks.
. . . . . . *Whitbyensis* Göpp. Yorks.
. . . . . . *nebbensis* Göpp. Bornholm.
Alethopteris dentata Göpp. Yorkshire und Oesterreich.
. . . . . . *insignis* Göpp. Yorkshire und Schlesien.
Cyatheites obtusifolius Göpp. Yorks.
. . . . . . *acutifolius* Göpp. Yorks.
Hemitelites Brownii Göpp. Yorks.
Camptopteris jurassica Göpp. Schlesien.
Polypodites Lindleyi Göpp. Yorks.
. . . . . . *crenifolius* Göpp. Yorks.
. . . . . . *heracleifolius* Göpp. Yorkshire u. Oesterreich.
. . . . . . *undans* Göpp. Yorks.
Pecopteris serrata Göpp. Yorks.
. . . . . *Ottonis* Göpp. Schlesien.
. . . . . *Desnoyersii* Brong. Mamers.
. . . . . *Reglei* Brong. Mamers.
. . . . . *Murrayana* Brong. Yorks.
. . . . . *Haiburnensis* Lindl. Yorks.
Taeniopteris major Lindl. Yorks.
. . . . . . *Nilssoniana* Sternb. Hör, Halberstadt.
. . . . . . *scitaminea* Sternb. Stonesf.
. . . . . . *latifolia* Brong. Stonesfield.
. . . . . . *Phillipsii* Sternb. Yorks.
. . . . . . *ovalis* Sternb. Yorks.

d. Isoëten.

Isoëtites Murrayana Ung. Yorks.

e. Lycopodiaceen.

Lycopodites Williamsonis Brong. Yorks. *Lycopodites falcatus* Lindl. Yorks.

f. Cycadeen.

Zamites lanceolatus Morris, Yorkshire und Oesterreich.
. . . . *undulatus* Sternb. Yorks.
. . . . *Whitbyensis* Sternb. Yorks.
. . . . *falcatus* Sternb. Yorks.
. . . . *gigas* Morris, Yorks.
. . . . *Bechii* Brong. Mamers.
. . . . *Bucklandi* Brong. Mamers.
. . . . *lagotis* Brong. Mamers.
. . . . *hastatus* Brong. Mamers; nach Brongniart noch 10 andere Species in Yorkshire.
Pterophyllum Oeynhausianum Göpp. Schlesien.
. . . . . . *Carnalianum* Göpp. Schles.
. . . . . . *propinquum* Göpp. Schles.
. . . . . . *Preslianum* Göpp. Stonesf.
. . . . . . *taxinum* Göpp. Stonesfield.
. . . . . . *pecten* Lindl. Yorkshire und Oesterreich.

Pterophyllum tenuicaule Morris Yorks.
. . . . . . *minus Brong.* Yorks. u. Hör.
Nilssonia compta Göpp. Yorks. u. Oester.
Ctenis falcata Lindl. Yorks.
Pachypteris lanceolata Brong. Yorks.
Pachypteris ovata Brong. Yorks.
Mammillaria Desnoyersi Brong. Mamers.
Carpolithes conicus Lindl. Yorks.
. . . . . *areolatus Lindl.* Yorks.
. . . . . *Lindleyanus Gutb.* Stonesfield.

g. Liliaceen.

Bucklandia squamosa Brong. Stonesfield.

h. Pandaneen.

Podocarias Bucklandi Ung. Dorsetshire.

i. Coniferen.

Pinites primaevus Endl. Livingston.
Peuce eggensis With. Insel Egg.
. . . *jurassica Endl.* Polen.
Peuce pertinax Endl. Schlesien.
Brachyphyllum mamillare Lindl. Yorks.
Taxites podocarpoides Brong. Stonesfield.

Ausserdem noch einige Pflanzenreste von unbestimmter Stellung.

II. Thierische Ueberreste der Doggerformation.

1. Amorphozoën. Wie gross der Reichthum an diesen Formen in dem weissen Jura ist, so unbedeutend erscheint ihr Vorkommen im braunen Jura; indessen hat doch die französische Juraformation, bei Bayeux, Port-en-Bessin, Ranville u. a. O., eine ziemliche Anzahl derselben aufzuweisen; wir erwähnen als Beispiele die *Eudea cribraria Mich.* und die *Mammillipora protogaea Bronn*, welche letztere nicht nur bei Caen, sondern auch bei Streitberg in Franken bekannt ist.

2. Foraminiferen. Alcide d'Orbigny führt aus der unteren und mittleren Etage des braunen Jura in Frankreich mehre Species von *Cristellaria*, *Vaginulina* und *Conodictyum* auf.

3. Korallen. In einigen Territorien der braunen Juraformation sind recht viele Korallen bekannt, welche innerhalb gewisser Schichten bisweilen dermaassen angehäuft sind, dass sie förmliche Korallenkalksteine bilden. Besonders in Frankreich kommen an mehren Orten dergleichen korallenreiche Kalksteine vor, wie bei Ranville im Calvados, bei Charriez (*Haute Saône*), bei Langres (*Haute Marne*) und bei Salins im Jura; auch in England finden sie sich hier und da in den obersten Schichten des *Great Oolite*, wie denn im mittleren braunen Jura Schwabens gleichfalls Korallen auftreten. Im Allgemeinen aber gilt von ihnen, was bereits von den Amorphozoën bemerkt wurde, dass sie ihre hauptsächliche Entwickelung erst im weissen Jura erlangen.

Beispielsweise nennen wir*):

Microsolena porosa Lamrx. Calvados.
Euhelia gemmata Orb. Calvados.

*) Bei der Aufzählung dieser und aller folgenden Species haben wir uns besonders die dritte Auflage der vortrefflichen Lethäa von Bronn und Römer zum Anhalten genommen, wo auch fast alle genannte Species abgebildet sind.

Anabatia orbulites Orb.
Eunomia radiata Lamrx. Calvados.
Thecophyllia decipiens EH. Frankreich und England.
Montlivaltia caryophyllata Lamrx. Frankreich.
. . . . . . *convexa* Orb. Frankreich.
Discocyathus Eudesi EH. Bayeux.
Prionastrea Bernardina Orb. Frankreich.

4. Echinodermen. Es sind besonders Krinoiden und Echiniden, obwohl auch diese Thiere höher aufwärts im weissen Jura weit manchfaltiger und zahlreicher auftreten. Als einige der wichtigeren Formen möchten folgende zu nennen sein:

Apiocrinus rotundus Mill. = *Ap. Parkinsoni* Orb. Bradford.
Pentacrinus caput Medusae Mill. Yorkshire.
Acrosalenia spinosa Ag. Frankreich.
Discoidea depressa Ag. = *Holectypus depr.* Ag. häufig.
Nucleolites clunicularis Phill. häufig und bezeichnend.
Clypeus patella Ag. häufig und charakteristisch.
. . . . *Hugii* Ag. Frankreich und Schweiz.

5. Bryozoën. Man kennt eine ziemliche Anzahl korallenähnlicher Fossilien, welche gegenwärtig von bryozoën Mollusken derivirt werden; sie kommen besonders in Begleitung der wirklichen Korallen, oder als Incrustate von Muscheln und Schnecken vor; dahin gehören z. B. folgende Formen:

Intricaria bajocensis Defr. Unteroolith in Frankreich.
Stomatopora dichotoma Bronn, Bradfordthon, Grossoolith.
Idmonea triquetra Lamrx. England und Frankreich.
Entalophora cellarioides Lamrx. Forestmarble im Calvados.
Diastopora foliacea Lamrx. ebendaselbst.
Cricopora caespitosa Blainv. desgleichen.
. . . . . *elegans* Blainv. desgleichen.
. . . . . *tetraquetra* Blainv. desgleichen.

Viele *Ceriopora*-Arten, als:

Neuropora damicornis Bronn = *Ceriopora angulosa* Goldf.
. . . . . *spinosa* Bronn = *Ceriopora cripsa* Goldf.
Tilesia distorta Lamrx. Forestmarble von Caen.
Theonoa clathrata Milne Edw. Calvados und England.
Terebellaria antilope Lamrx. England.
Defrancia clypeata Bronn, Calvados.
Aspendesia cristata Lamrx. Calvados und Bath.

6. Mollusken. Unter ihnen erlangen mehre Terebrateln, viele Conchiferen, einige Gastropoden, ein paar Belemniten und zahlreiche Ammoniten als wirkliche Leitfossilien eine ganz besondere Wichtigkeit.

Von Terebrateln nennen wir zuvörderst *T. decorata* Buch, *T. lacunosa* Buch, *T. ornithocephala* Sow. und *T. biplicata* Sow., welche z. Th. auch noch im weissen Jura vorkommen, dann *T. varians* Schl., *T. spinosa Smith*, *T. vicinalis* Buch und *T. bullata* Sow., welche wohl nur im braunen Jura bekannt sind, und endlich die beiden ausgezeichneten Formen *T. diphya* und *T. triangulus*, welche,

zugleich mit *Ammonites tatricus*, gewisse Kalksteine der südalpinischen und karpathischen Juraformation charakterisiren.

Von Conchiferen sind viele zu nennen, unter welchen nicht wenige, wegen ihres sehr allgemeinen und häufigen Vorkommens, als höchst charakteristisch gelten müssen.

Ostrea Marshii Sow.
. . . . *costata* Sow.
. . . . *acuminata* Sow.
. . . . *explanata* Goldf.
Gryphaea dilatata Sow.
Pecten lens Sow.
. . . . *vimineus* Sow.
. . . . *personatus* Bronn
. . . . *fibrosus* Sow.
Lima pectiniformis Schl.
. . . *gibbosa* Sow.
Perna mytiloides Lam.
Avicula inaequivalvis Sow.
. . . . *pectiniformis* Bronn
Aucella Pallasii Keys. Russland.

Modiola gibbosa Sow.
. . . . *Sowerbyana* Orb.
Trigonia costata Park.
. . . . *similis* Ag.
. . . . *clavellata* Park.
. . . . *navis* Lam.
Nucula Hammeri Defr.
Astarte elegans Bronn, non Goldf.
. . . *pulla* Röm.
Anatina undulata Morr.
Gresslya latirostris Ag.
Pleuromya Alduini Ag.
Myopsis Jurassi Ag.
Pholadomya Murchisoni Sow.
Goniomya Knorri Ag.

Weit geringer ist die Zahl der Gastropoden, unter denen auch nur wenigen die Bedeutung von ausgezeichneten Leitfossilien zuerkannt werden kann; in der Lethäa werden mit einigen anderen aufgeführt:

Vermetus nodus Morr. = *Serpula convoluta* Goldf.
Trochotoma acuminata Desl.
Cirrus Leachi Mill.
Litorina Meriani Bronn = *Turbo M.* Goldf.
Melania striata Sow. = *Phasianella str.* Orb.
. . . . *Heddingtonensis* Sow. = *Chemnitzia Hedd.* Orb.
Pileolus plicatus Sow.
Pleurotomaria conoidea Desh.
. . . . *granulata* Defr. (*Pl. decorata, ornata*).
Cerithium armatum Goldf.
. . . . . *muricatum* Sow.

Die Cephalopoden haben einen ausserordentlichen Werth für die Erkennung und Bestimmung des braunen Jura, weil ihre Ueberreste dem Geologen die sichersten diagnostischen Merkmale liefern. Zahlreiche Ammoniten und einige ausgezeichnete Belemniten finden sich in grosser Menge und meist innerhalb bestimmter Etagen, weshalb sie denn auch bei der Gliederung der Formation ganz vorzüglich zu berücksichtigen sind. In der Lethäa werden zum Theil folgende aufgeführt:

Ammonites depressus Buch
. . . . . *Murchisonae* Sow.
. . . . . *opalinus* Rein.
. . . . . *discus* Sow.
. . . . . *torulosus* Schübl.
. . . . . *Lamberti* Sow.
. . . . . *plicatilis* Sow.
. . . . . *Humphriesianus* Sow.
. . . . . *caprinus* Schl.
. . . . . *convolutus* Schl.

Ammonites modiolaris Morr.
. . . . . *macrocephalus* Schl.
. . . . . *tatricus* Pusch
. . . . . *hecticus* Rein.
. . . . . *Jason* Münst.
. . . . . *Calloviensis* Sow.
. . . . . *Duncani* Sow.
Belemnites giganteus Schl.
. . . . . *semihastatus* Blainv.
Belemnoteuthis antiqua Mont.

7. **Würmer.** Das Geschlecht *Serpula* spielt in der braunen Juraformation eine recht bedeutende Rolle, da es nicht nur in sehr verschiedenen Species, sondern auch oft in grosser Menge der Individuen vorkommt. *Serpula socialis* Goldf., *S. lumbricalis* Goldf., *S. gordialis* Goldf. und *S. vertebralis* Sow. sind nur ein paar von den vielen Namen, die hier aufgeführt werden könnten.

8. **Insecten.** Im Kalkschiefer von Stonesfield sowie im Oxfordthon bei Chippenham sind viele Ueberreste von Insecten vorgekommen.

9. **Crustaceen.** Mehre Krebse wurden in verschiedenen Schichten des braunen Jura nachgewiesen; so unter anderen *Eumorphia gracilis* Meyer, welche in Württemberg an der oberen Gränze der Formation so häufig vorkommt, dass Quenstedt die betreffenden Schichten Krebsschichten nannte; auch *Glyphea pustulosa* Mey. wird aus dem Unteroolith und Bradfordthon erwähnt.

10. **Fische.** Man kennt dergleichen vorzüglich aus dem Kalkschiefer von Stonesfield, sowie aus dér unteren Etage der schwäbischen Juraformation, in welcher letzteren sich Flossenstacheln und Zähne von *Hybodus*, auch Gaumenzähne von *Strophodus* gefunden haben. Bei Stonesfield sind die Ueberreste von *Pycnodus Bucklandi* sehr gemein; ausserdem kommen daselbst *Strophodus magnus* Ag., *Ganodus Oweni* Ag., *Leptacanthus semistriatus* Ag., *Psittacodon falcatus* Ag. u. a. vor.

11. **Reptilien.** Viel seltener als in der Liasformation erscheinen auch in der braunen Juraformation Ueberreste von Sauriern, welche übrigens generisch und specifisch verschieden von den liasischen Formen sind, zum Theil aber bis in die Wealdenformation reichen. Diess letztere ist z. B. der Fall mit *Megalosaurus Bucklandi* Mant. aus dem englischen Cornbrash- und Stonesfieldschiefer. *Teleosaurus Cadomensis* Geoffr. hat sich im Unteroolith und Oxfordthon bei Caen in Frankreich, und *Thaumatosaurus oolithicus* Mey. im oolithischen Kalksteine bei Neuffen in Württemberg gefunden.

12. **Säugethiere.** Eine der merkwürdigsten Erscheinungen ist das Vorkommen von Säugethieren im Kalkschiefer von Stonesfield; es haben sich Unterkiefer von drei verschiedenen Species gefunden, welche die grösste Verwandtschaft mit den jetzigen Didelphys-Arten zeigen, und von Owen als *Amphitherium Prevostii*, *A. Broderipii* und *Phascolotherium Bucklandi* eingeführt worden sind.

§. 413. *Uebersicht der wichtigsten Leitfossilien.*

Wir beschliessen die specielle Betrachtung der Doggerformation mit einer Aufzählung der häufigeren Species, welche nach Oppel als die wichtigsten Leitfossilien der verschiedenen Territorien dieser Formation zu betrachten sind*).

*) Dahin gehören aber auch noch, wie Leopold v. Buch gezeigt hat, für die südalpinischen und karpathischen Territorien, oder überhaupt für die südeuropäische Juraformation in ihrem sogenannten *type méditerranéen*, von den Pyrenäen bis zur Krimm *Terebratula*

I. Untere Abtheilung der Doggerformation.

Korallen.

Thecocyathus mactra Goldf. sp.

Echinodermen.

Pentacrinus Württembergic. Opp.
. . . . . *cristagalli* Quenst.
Cidaris anglosuevica Opp.
Asterias prisca Goldf.
. . . . *Mandelslohi* Münst.

Brachiopoden.

Lingula Beani Phill.
Rhynchonella plicatella Sow.
. . . . *Stuifensis* Opp.
. . . . *acuticosta* Hehl
. . . . *spinosa* Schl.
. . . . *cynocephala* Rich.
Terebratula carinata Lam.
Terebratula Meriani Opp.
. . . . . *Waltoni* Dav.
. . . . . *homalogaster* Hehl
. . . . . *perovalis* Sow.
. . . . . *Phillipsi* Morr.
. . . . . *globata* Sow.
. . . . . *sphaeroidalis* Sow.

Conchiferen.

Ostrea explanata Goldf.
. . . *flabelloides* Lam.
Gryphaea calceola Quenst.
. . . . . *sublobata* Desh.
Pecten pumilus Lam.
. . . . *disciformis* Schübl.
. . . . *Saturnus* Orb.
Perna isognomonoides Stahl sp.
Gervillia Hartmanni Goldf.
. . . . . *tortuosa* Sow.
. . . . . *consobrina* Orb.
Inoceramus amygdaloides Goldf.
Avicula Münsteri Bronn
. . . . *elegans* Münst.
Posidonomya Buchi Röm.
Lima gibbosa Sow.
. . . *pectiniformis* Schl.
. . . *alticosta* Dew.
. . . *duplicata* Morr.
Mytilus cuneatus Orb.
. . . . *Sowerbyanus* Orb.
Myoconcha striatula Orb.
Arca liasina Röm.
. . . *oblonga* Goldf.
Cardium subtruncatum Orb.
Lucina plana Ziet.
Pronoë trigonellaris Ag.
Trigonia navis Lam.
Trigonia signata Ag.
. . . . *pulchella* Ag.
. . . . *costata* Park.
. . . . *striata* Sow.
Astarte Voltzi Hön.
. . . *excavata* Sow.
. . . *elegans* Sow.
. . . *depressa* Münst.
. . . *obliqua* Desh.
Opis similis Desh.
Quenstedtia oblita Morr.
Tancredia donaciformis Lyc.
. . . . . *axiniformis* Morr.
Nucula Hammeri Defr.
. . . . *Hausmanni* Röm.
Leda rostralis Orb.
. . . *Diana* Orb.
. . . *caudata* Orb.
Thracia lata Goldf. sp.
Lyonsia abducta Phill. sp.
. . . . *gregaria* Röm. sp.
Goniomya Knorri Ag.
Pholadomya Heraulti Ag.
. . . . . . *fidicula* Sow.
Panopaea rotundata Ziet.
. . . . . *Zieteni* Orb.
. . . . . *subovalis* Orb.

---

diphya und *triangulus* sowie *Ammonites tatricus*, welche in mächtigen Kalksteingebilden vor-zukommen pflegen, die ihrer bathrologischen Stellung nach dem Kellowayrock oder an-dem unteren Oxfordthone entsprechen.

Gastropoden.

Dentalium entaloides Desl.	*Turbo capitaneus* Münst.
Cerithium armatum Goldf.	. . . *subduplicatus* Orb.
. . . . . *muricato-costatum* Mst.	*Trochus duplicatus* Sow.
Spinigera longispina Orb.	. . . . *monilitectus* Phill.
Alaria subpunctata Münst. sp.	*Actaeonina Sedgvicki* Phill.
Pleurotomaria Palaemon Orb.	*Nerinea cingenda* Bronn
Purpurina subangulata Münst. sp.	*Chemnitzia lineata* Orb.

Cephalopoden.

Ancyloceras annulatum Orb.	*Ammonites Humphriesianus* Sow.
Ammonites torulosus Schübl.	. . . . . *Deslongchampsi* Defr.
. . . . . *opalinus* Rein.	. . . . . *zigzag* Orb.
. . . . . *Murchisonae* Sow.	. . . . . *Neuffensis* Opp.
. . . . . *jugosus* Sow.	. . . . . *Parkinsoni* Sow.
. . . . . *Sowerbyi* Mill.	. . . . . *subfurcatus* Ziet.
. . . . . *Staufensis* Opp.	*Nautilus lineatus* Sow.
. . . . . *subradiatus* Sow.	*Belemnites spinatus* Quenst.
. . . . . *Truellei* Orb.	. . . . . *brevis* Blainv.
. . . . . *oolithicus* Orb.	. . . . . *Gingensis* Opp.
. . . . . *Brocchii* Sow.	. . . . . *Rhenanus* Opp.
. . . . . *Sauzei* Orb.	. . . . . *giganteus* Schl.
. . . . . *Blagdeni* Sow.	. . . . . *canaliculatus* Schl.

Würmer.

Serpula lumbricalis Goldf.	*Serpula gordialis* .Goldf.
. . . . *socialis* Goldf.	. . . . *tetragona* Goldf.
. . . . *grandis* Goldf.	

II. Mittlere Abtheilung der Doggerformation.

Echinodermen.

Apiocrinus Parkinsoni Orb.	*Clypeus patella* Ag.
Nucleolites clunicularis Blainv.	*Disaster analis* Ag.
. . . . . *Woodwardi* Wr.	*Hemicidaris Luciensis* Orb.
Holectypus depressus Ag.	*Acrosalenia hemicidaroides* Wr.

Brachiopoden.

Thecidium triangulare Orb.	*Terebratula flabellum* Defr.
Rhynchonella spinosa Schl.	. . . . . *Bentleyi* Morr.
. . . . *decorata* Orb.	. . . . . *Fleischeri* Opp.
. . . . *Badensis* Opp.	. . . . . *diptycha* Opp.
. . . . *Morieri* Dav.	. . . . . *maxillata* Sow. (England)
. . . . *obsoleta* Sow.	. . . . . *intermedia* Sow.
. . . . *concinna* Sow.	. . . . . *obovata* Sow.
. . . . *varians* Schl.	. . . . . *digona* Sow.
Terebratella hemisphaerica Sow.	. . . . . *ornithocephala* Sow.
Terebratula coarctata Park.	. . . . . *lagenalis* Schl.

Conchiferen.

Ostrea acuminata Sow.	*Ostrea costata* Sow.
. . . *Knorri* Ziet.	. . . *Marshi* Sow.

Pecten rigidus Sow.
. . . . *Rypheus* Orb.
. . . . *laminatus* Sow.
. . . . *hemicostatus* Morr.
. . . . *vagans* Sow.
Avicula costata Sow.
. . . . *echinata* Sow.
Limea duplicata Münst.
Lima helvetica Opp.
Mytilus imbricatus Morr.
Arca sublaevigata Orb.
. . . *texturata* Münst.
. . . *cucullata* Münst.
Isocardia minima Sow.
Cardium citrinoideum Phill.
Unicardium varicosum Orb.
Trigonia interlaevigata Quenst.
. . . . *costata* Park.
. . . . *imbricata* Sow.
Trigonia angulata Sow.
Cypricardia rostrata Morr.
Astarte Zieteni Opp.
Nucula suevica Opp.
. . . . *variabilis* Sow.
Leda lacryma Morr.
. . . *mucronata* Orb.
Thracia lens Orb.
Ceromya plicata Ag.
. . . . *concentrica* Morr.
Lyonsia peregrina Orb.
Goniomya angulifera Sow.
. . . . . *proboscidea* Ag.
Pholadomya lyrata Morr.
. . . . . . *deltoidea* Morr.
. . . . . . *acuticosta* Sow.
Panopaea decurtata Orb.
. . . . . *securiformis* Orb.
. . . . . *Haueri* Opp.

Gastropoden*).

Chemnitzia vittata Orb.
Natica Zelima Orb.
Pterocera pupaeformis Orb.
Bulla undulata Bean

Cephalopoden.

Ammonites discus Sow. selten.
. . . . . *aspidoides* Opp.
. . . . . *Württembergicus* Opp.
. . . . . *ferrugineus* Opp.
. . . . . *Moorei* Opp.
Ammonites aurigerus Opp.
. . . . . *arbustigerus* Orb.
. . . . . *subcontractus* Morr.
Belemnites canaliculatus Schl.
. . . . . *Beyrichi* Opp.

III. Obere Abtheilung der Doggerformation.

Echinodermen.

Holectypus striatus Orb.

Brachiopoden.

Rhynchonella trigona Quenst.
. . . . . . *Kurri* Opp.
. . . . . . *Royeriana* Orb.
. . . . . . *Orbignyana* Opp.
. . . . . . *spathica* Lam.
. . . . . . *phaseolina* Desl.
Rhynchonella triplicosa Quenst.
Terebratula pala Buch
. . . . . *Trigeri* Desl.
. . . . . *Perieri* Desl.
. . . . . *dorsoplicata* Desl.
. . . . . *subcanaliculata* Opp.

Conchiferen.

Gryphaea Alimena Orb.
Plicatula peregrina Orb.
Pecten fibrosus Sow.
Avicula inaequivalvis Sow.
Posidonomya ornati Quenst.
Arca subtetragona Morr.

---

*) Man kennt gegen 200 Arten von Gastropoden, welche jedoch meistentheils nur a[?] einzelne Fundorte beschränkt sind.

Cardium subdissimile Orb.	*Goniomya trapezicosta* Pusch
Trigonia elongata Sow.	*Pholadomya Württembergica* Opp.
Astarte undata Goldf.	. . . . . . *inornata* Sow.
Nucula Caecilia Orb.	. . . . . . *carinata* Goldf.

Gastropoden.

Spinigera semicarinata Goldf. sp.	*Pleurotomaria Cytherea* Orb.
Alaria armigera Phill.	. . . . *Cypraea* Orb.

Cephalopoden.

Baculites acuarius Quenst.	*Ammonites lunula* Ziet.
Ancyloceras Calloviense Morr.	. . . . . *punctatus* Stahl
Ammonites refractus Rein.	. . . . . *hecticus* Rein.
. . . . . *denticulatus* Ziet.	. . . . . *funiferus* Phill.
. . . . . *polygonius* Ziet.	. . . . . *Calloviensis* Sow.
. . . . . *pustulatus* Rein.	. . . . . *Gowerianus* Sow.
. . . . . *Baugieri* Orb.	. . . . . *modiolaris* Morr.
. . . . . *bicostatus* Stahl	. . . . . *Koenigi* Sow.
. . . . . *ornatus* Schl.	. . . . . *funatus* Opp.
. . . . . *Jason* Rein.	. . . . . *bullatus* Orb.
. . . . . *annularis* Rein.	. . . . . *tumidus* Rein.
. . . . . *athleta* Phill.	. . . . . *Herveyi* Sow.
. . . . . *coronatus* Brug.	. . . . . *macrocephalus* Schl.
. . . . . *anceps* Rein.	*Nautilus Calloviensis* Opp.
. . . . . *curvicosta* Opp.	*Belemnites hastatus* Blainv.
. . . . . *tatricus* Pusch	. . . . . *Calloviensis* Opp.
. . . . . *Lamberti* Sow.	. . . . . *subhastatus* Ziet.
. . . . . *Brighti* Pratt	. . . . . *Puzosianus* Orb.

Crustaceen.

Eumorphia gracilis v. Mey.

B. Weisse Juraformation.

§. 414. *Gesteine der weissen Juraformation.*

Der weisse oder obere Jura entspricht innerhalb der von Leopold v. Buch ihm angewiesenen Gränzen ziemlich genau denjenigen vier Etagen, welche von den englischen Geologen als *Oxfordclay, Coralrag, Kimmeridgeclay* und *Portlandstone*, von Alcide d'Orbigny als *étage oxfordien, corallien, kimmeridgien* und *portlandien* aufgestellt worden sind *), während solche wohl zweckmässigerweise als blose Formationsglieder zu einer einzigen grösseren Formation zu vereinigen sein dürften.

Wie nun diese obere Juraformation schon durch ihre organischen Ueberreste von der vorausgehenden braunen Juraformation sehr bestimmt geschieden

*) Manches von dem, was d'Orbigny zu seinem *étage oxfordien* rechnet, gehört jedoch zur braunen Juraformation.

wird, so giebt sich auch im Allgemeinen eine recht auffallende petrographische Verschiedenheit zu erkennen. Während nämlich die Sandsteine und Thone im braunen Jura oft recht vorwaltend werden, treten sie im weissen Jura dermaassen zurück, dass sie vor den fast allein herrschenden Kalksteinen und Mergeln beinahe verschwinden. Denn hellfarbige Kalksteine und Kalkmergel sind es, welche in dieser Abtheilung der jurassischen Formationsgruppe die Hauptrolle spielen, und in vielen ihrer Territorien den Namen weisser Jura rechtfertigen, welchen Leopold v. Buch für das schwäbische und fränkische Territorium in Vorschlag brachte. Nächst den Kalksteinen und Mergeln nehmen die Dolomite unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, welche in manchen Gegenden als eine sehr auffallende Erscheinung hervortreten. Hier und da sind wohl auch Sandsteine und Thone zu einer bedeutenderen Entwickelung gelangt, ohne jedoch eine so allgemeine Wichtigkeit zu erlangen, wie in der braunen Juraformation. Als ganz seltene, oder doch als sehr untergeordnete Materialien sind endlich gewisse Eisenerze, Steinkohlen und Asphalt zu erwähnen. Bei der petrographischen Schilderung dieser verschiedenen Materialien beginnen wir wiederum mit den psammitischen und pelitischen Gesteinen.

1. Sandsteine und verwandte Gesteine.

In einigen Gegenden erscheinen auch innerhalb der weissen Juraformation Ablagerungen von Sandstein oder Sand, welche theils an der Basis, theils in einem höheren Niveau der Formation auftreten, dennoch aber zu den selteneren Vorkommnissen gehören. In Mähren werden diese psammitischen Gesteine sogar von bedeutenden Hornsteinmassen begleitet.

Der Coralrag Englands wird nach Conybeare und Phillips von einem gelben eisenschüssigen Quarzsande unterteuft, welcher Lagen und Concretionen eines kalkigkieseligen Sandsteins (*gritstone*) umschliesst, und oft so eisenschüssig ist, dass man an den Eisensand der Wealdenformation erinnert wird. Auch in Nordteutschland wird nach Adolph Römer der Coralrag mit einem sandigen, vorwaltend aus gelblichbraunem eisenschüssigem Sandsteine bestehenden Schichtensysteme eröffnet, während ebendaselbst auch noch im oberen Coralrag bisweilen gelbliche, feinkörnige, thonige Sandsteine auftreten. Die Verst. des nordteutschen Oolithgeb. S. 8 und 10. In der Krimm wechsellagern nach Huot mit den Mergeln und Kalksteinen des oberen Jura gelblichgraue Sandsteine. *Voyage dans la Russie méridionale, II, p.* 369.

Höher aufwärts in der weissen Juraformation kommen gleichfalls hier und da Ablagerungen von Sand und Sandstein vor, wie z. B. im Niveau des Kimmeridgethons, nach Caumont in der Normandie bei Glos und Lisieux, und nach Dufrénoy im westlichen Frankreich zwischen Niort und St. Jean d'Angely; oder im Niveau des Portlandkalkes, bei Boulogne-sur-mer und bei Vassy (Haute Marne), sowie in Wiltshire und Dorsetshire, wo die unteren Schichten des Portlandkalkes oft so sandig und glaukonitisch sind, dass man sie als Portlandsand aufgeführt hat; eine Erscheinung, die sich nach Koch und Dunker auch in Nordteutschland in demselben Niveau zu wiederholen scheint. Beitr. zur Kenntniss des Nordd. Oolithgeb. S. 11. — Ganz vorzüglich entwickelt sind die Sandsteine bei Blansko in Mähren, wo sie früher von Reichenbach für Quadersandstein gehalten wurden, bis Beyrich ihre

Zugehörigkeit zur oberen Juraformation erkannte. Diese Sandsteine und Sande werden nach Reichenbach oft so reich an Glaukonit, dass sie fast grasgrün erscheinen; auch sind sie mit feuersteinähnlichem Hornstein verbunden, welcher theils regellose Concretionen, theils selbständige Schichten bildet, die zuweilen in vielfacher Wiederholung über einander liegen, wie bei Speschau und Ollomauczan. Geol. Mitth. aus Mähren, 1834, S. 125 ff. Nach Beyrich beweisen die in diesem Hornstein vorkommenden Fossilien (z. B. *Terebratula loricata* und *Ammonites annularis*), dass auch seine Schichten dem mittleren weissen Jura angehören. Schon an der zwischen Latein und Turas aufragenden Kalksteinkuppe sind die Hornsteine in grosser Menge vorhanden, und zu Mstow und Grassice unweit Czenstochau sind sie so häufig, dass Feuersteine daraus geschlagen werden. Eigenthümlich für Blansko ist es nur, dass dort die Hornsteinmassen selbständig auftreten, und nur mit Thon verbunden sind. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 18, S. 74 *).

2. Thone und Schieferthone.

Im Allgemeinen bilden die Thone im weissen Jura eine eben so seltene Erscheinung wie die Sandsteine; doch erlangen sie bisweilen eine bedeutende Mächtigkeit, wie z. B. der Oxfordthon und der Kimmeridgethon Englands, welcher letztere auf Purbeck bis 600 Fuss mächtig liegt.

Dieser *Kimmeridge-clay* ist ein blaulichgrauer, zuweilen sehr bituminöser, oft kalkhaltiger oder kiesiger und mit Gypskrystallen erfüllter Schieferthon oder Thon (S. 856). Auch in der Gegend von la Rochelle, auf der Insel Oléron sowie bei Honfleur sind die thonigen Schichten in demselben Niveau sehr entwickelt. Im Dép. der oberen Saône wird nach Thirria der Coralrag durch eine gelbe Thonablagerung vertreten, welche nach unten sehr viele verkieselte Korallen, nach oben viele faustgrosse Sphäroide von kieseligem Kalkstein (sogenannte *chailles*) enthält, und daher *Argile à madrépores avec chailles* genannt worden ist. Bei Blansko in Mähren beginnt der weisse Jura mit gelbem und weissem Sande, über dem grauer und schwarzer Thon liegt, welcher auf Alaun benutzt und von dichtem oder ockrigem Brauneisenerz oder Eisensandstein bedeckt wird.

3. Mergel und Mergelschiefer.

Besonders die höheren Etagen des weissen Jura, welche dem Niveau des englischen Kimmeridgethon und Portlandkalkes entsprechen, werden in vielen Gegenden von Kalkmergeln und sehr thonigen Kalksteinen gebildet, deren Schichten oftmals mit wirklichen Thonlagen abwechseln. Aber auch im Niveau des Coralrag, und zumal an der Basis desselben, erscheinen nicht selten mergelige Kalksteine, so dass überhaupt während der Bildungsperiode des weissen Jura in vielen Gegenden und zu verschiedenen Zeiten Thon zugleich mit dem kohlensauren Kalke zum Niederschlage gelangt sein muss.

In Schwaben und Franken wird die weisse Juraformation gewöhnlich mit einer Wechsellagerung von hellgrauen Mergeln und lichtgrauen, an der Luft zerwitternden thonigen Kalksteinen eröffnet; ähnliche blaulichgraue Mergelkalksteine erscheinen dort weiter aufwärts als die Träger und Begleiter der Spongitenkalke. In Polen wiederholen sich fast dieselben Verhältnisse; denn nach Zeuschner liegen dort über

*) Auch Reuss gab interessante Mittheilungen über diese jurassische Bildung der Gegend von Blansko im Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt 1854, S. 659 ff.

dem braunen Jura erst rothe, dann weisse mergelige Kalksteine, welche letztere zum Theil so weich wie Kreidemergel sind, und sich durch die Verwitterung schieferig aufblättern. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, S. 605 ff. Gumprecht berichtet, dass noch dicht an der preussischen Gränze, südlich von Thorn, in 780 Fuss Tiefe jurassische Mergel mit *Terebratula impressa* erbohrt worden sind; (*ibid.*, S. 631). Bei la Rochelle in Frankreich liegt nach Dufrénoy über dem Oxfordthon und unter dem eigentlichen Korallenkalkstein ein weisser, von Terebrateln erfüllter Mergel, welcher bisweilen sehr glimmerreich und fast sandsteinartig wird.

In der Gegend von Cahors (Lot), dann bei Angoulême (Charente), bei Niort (deux Sèvres) und an vielen Orten des südwestlichen Frankreich, von Montpellier bis nach la Rochelle wird die obere Etage der weissen Juraformation hauptsächlich von dunkelgrauen und blaulichen Mergeln gebildet, welche sowohl durch ihre Lagerung, als auch durch *Exogyra virgula* und andere Fossilien als das Aequivalent des englischen Kimmeridgethons charakterisirt werden. *Dufrénoy, Mém. pour servir etc. I, p.* 379 ff. und 423. Dieselbe Etage wird nach Thurmann in der Gegend von Bruntrut durch gelblichgraue, erdige und oft sandige Kalkmergel, nach Gressly und Marcou im schweizer und französischen Jura, sowie nach Pouillon-Boblaye bei Verdun durch thonige Mergel und mergelige Kalksteine, nach Thirria im Dép. der oberen Saône durch graue Mergelschiefer mit *Exogyra virgula* repräsentirt. Auch im nördlichen Teutschland sind es, nach Adolph und Ferdinand Römer sowie nach Dunker, bald gelblichgraue mergelige Kalksteine oder Mergelschiefer, bald aschgraue Mergel mit Kalkstein-Concretionen, welche diese obere Etage des weissen Jura constituiren.

4. Kalksteine der weissen Juraformation.

Wenn schon die Mergel eine recht bedeutende Rolle spielen, so geben sich doch die eigentlichen Kalksteine als die wichtigsten Gesteine der weissen Juraformation zu erkennen; als diejenigen Gesteine, welche auf die Reliefformen und auf die allgemeine Physiognomie ihrer Territorien einen sehr wesentlichen Einfluss ausgeübt haben. Diese Kalksteine erscheinen in einer grossen Manchfaltigkeit der Varietäten. Zunächst sind es die dichten Kalksteine, welche, ohne mit anderen besonders hervorstechenden Merkmalen versehen zu sein, doch nach Maassgabe ihrer verschiedenen Farbe und Structur eine grosse Anzahl von Varietäten liefern; nächst ihnen gebührt den oolithischen Kalksteinen eine vorzügliche Beachtung, weil solche für den weissen Jura ganz besonders charakteristisch sind; dann verdienen die Spongitenkalksteine und die Korallenkalksteine hervorgehoben zu werden, welche sich durch einen grossen Reichthum von petrificirten Amorphozoën oder Korallen auszeichnen; endlich treten auch hier und da Lumachellkalksteine, sowie körnige Kalksteine und Kalksteinbreccien im Gebiete der weissen Juraformation auf.

Viele dieser Kalksteine sind durch eine Beimischung von Kieselerde ausgezeichnet, erscheinen daher bisweilen als förmliche Kieselkalksteine, enthalten auch mehr oder weniger zahlreiche Nieren und Lagen von Hornstein, Feuerstein oder Chalcedon, und zeigen nicht selten ihre Fossilien im Zustande einer vollkommenen Verkieselung. Einige enthalten nur Kugeln

von kieseligem Kalksteine (Sphäriten), oder auch eigenthümlich gestaltete Concretionen eines ockerigen Thones (*chailles*)*).

Wie übrigens viele Kalkstein-Ablagerungen, sobald sie nur einige Mächtigkeit erlangen, grössere oder kleinere Höhlen beherbergen, so ist diess auch der Fall mit den Kalksteinen der weissen Juraformation. Ja, man kann wohl behaupten, dass gerade diese Kalksteine besonders häufig mit Höhlenräumen versehen sind, welche bisweilen eine sehr bedeutende Ausdehnung gewinnen und in den seltsamsten Formen ausgebildet sind. Sie stehen oft mit Spaltenräumen in Verbindung, in deren Richtung ihre allgemeine Ausdehnung fällt; doch folgen sie auch in ihrem Verlaufe nicht selten der Schichtung.

Bei der grossen Bedeutung, welche die Kalksteine überhaupt für diese Formation gewinnen, müssen wir sie noch etwas näher in Betrachtung ziehen.

a. Dichte Kalksteine. Sie kommen sehr häufig vor und sind bisweilen so dicht, dass sie im Bruche wie amorphe Massen erscheinen, und nur durch den Mangel des Glanzes an kryptokrystallinische Aggregate erinnern, als welche sie sich auch unter dem Mikroskope immer zu erkennen geben.

α. Weisse oder doch hellfarbige dichte Kalksteine. Sie zeigen besonders graulichweisse, gelblichweisse oder röthlichweisse und andere, zunächst stehende lichte Farben, sind zuweilen buntfarbig (und brauchbar als Marmor), oft von Kalkspathadern durchzogen, oder mit sparsamen Kalkspathkörnern durchsprengt, und nicht selten reich an Knollen, Lagen und Nestern von grauem, braunem oder schwarzem Hornstein. Ihr Bruch ist eben oder muschelig, dabei splitterig im Kleinen; sie springen in scharfkantige Bruchstücke, sind meist deutlich, aber bald dünn bald dick, zuweilen aber ungemein mächtig geschichtet, und gewöhnlich nicht sehr reich an organischen Ueberresten, welche nur vereinzelt vorkommen. Die sehr mächtig oder undeutlich geschichteten Varietäten sind oft ausserordentlich zerklüftet, so dass sie bisweilen wie eine, aus dicht in einander gefügten eckigen Stücken bestehende Breccie erscheinen. Mitunter kommt auch eine transversale Plattung vor, welche besonders dann sehr auffallend wird, wenn die auf solche Weise abgesonderten Schichten mit anderen, stetig ausgedehnten Schichten abwechseln**). Solche Kalksteine sind es, welche zumal im unteren und mittleren weissen Jura Englands, Frankreichs, der Schweiz, Spaniens, Teutschlands, Polens und anderer Länder eine recht gewöhnliche Erscheinung bilden. Aus Ober-Italien, wo diese weissen, dichten, an Hornsteinknauern reichen Kalksteine z. B. bei Varese, in der Brianza und anderwärts sehr verbreitet sind, werden sie unter dem Namen *Majolica* aufgeführt.

Wenn sie sehr dünnschichtig werden, so gehen sie in Plattenkalksteine und in Kalkschiefer über. Dahin gehören die berühmten, gelblichweissen bis lichtgelben (in der Tiefe jedoch blaulichgrauen), durch ihre zahlreichen und ganz eigenthümlichen organischen Ueberreste und durch ihre schönen Dendriten ausgezeichneten Kalksteine von Solnhofen und Mörnsheim in der Grafschaft Pappen-

*) Diese von Thurmann so genannten *chailles* aus der Gegend von Bruntrut (Porrentruy) scheinen etwas verschieden von denjenigen zu sein, welche Thirria im Dép. der oberen Saône, in den argiles à madrepores beobachtete. Die ersteren sind rundliche Concretionen, welche im Innern hohl und vielfach zerklüftet sind, aus einem leichten, ockrigen etwas klingenden Thone bestehen, und oft auf der Oberfläche der Sphäriten liegen, in deren Masse sich ihre Scheidewände fortsetzen. Die anderen werden als Concretionen von kieseligem Kalkstein beschrieben, welche zum Theil im Innern mit gelbem kieseligem Thone erfüllt sind. Gewöhnlich nimmt man das Wort in letzterem Sinne.

**) Die Erscheinung wiederholt sich also in verschiedenen Kalksteinen der Juraformation, vergl. S. 862, und Conybeare *Outlines of the geology of England and Wales* p. 192.,

heim in Baiern, welche in sehr schöne Platten brechen, die zum Dachdecken und zu Dielsteinen, und, wenn sie ganz frei von Rissen, Kalkspathadern und anderen Fehlern sind, zur Lithographie benutzt werden. Diese Kalkschiefer lassen sich von Monheim aus über Eichstädt bis in die Gegend von Ingolstadt, Kelheim und noch weiter verfolgen, wie sie denn überhaupt zwischen Weissenburg, Monheim, Marxheim und Regensburg verbreitet sind. Leopold v. Buch, in Leonh. min. Taschenb. 1824, S. 239 ff.; Klipstein, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 16, S. 642 f.; v. Riedheim, im Correspondenzblatt des zool. min. Vereins in Regensburg, 1848, S. 148, und Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 423 ff. — Aehnliche, nur mehr thonige und daher etwas dunkler gefärbte Plattenkalksteine sind auch in Württemberg sehr verbreitet, wie bei Heidenheim, Nattheim, Ulm, Einsingen, Blaubeuren, Urach und Nusplingen, an welchem letzteren Orte sie den Pappenheimer Gesteinen am nächsten kommen. Quenstedt, das Flötzgebirge Würtembergs, S. 452 ff. und 494. Man kennt sie auch in Frankreich, bei Cirin unweit Belley (Ain), wo sie nach den Beobachtungen von Thiollière nicht nur in petrographischer, sondern auch in paläontologischer Hinsicht die grösste Aehnlichkeit mit dem Solnhofener Schiefer besitzen, welchem sie auch, eben so wie die Württemberger Plattenkalksteine, in ihrer bathrologischen Stellung entsprechen.

Seltener als die hellfarbigen dichten Kalksteine erscheinen in der weissen Juraformation:

β. Dunkelgraue dichte Kalksteine. Man kennt dergleichen dunkelgraue und oft bituminöse Kalksteine z. B. bei Charcenne (Haute Saône) im Niveau des Coralrag; in der Gegend von Boulogne, wo sie fast graulichschwarz und reich an Conchylien sind, im Niveau des Kimmeridgethons oder Portlandkalkes; im Wesergebirge an der Porta Westphalica, wo sie als ganz dichte, dunkelgraue bis blaulichschwarze Kalksteine sowohl im Niveau des Coralrag als des Portlandkalkes auftreten, wie sich denn überhaupt nach Dunker die ganze Juraformation des Wesergebirges durch dunkle Farbe und bituminöse Beschaffenheit ihrer Gesteine auszeichnet. Auch in den Dépp. der niederen Alpen und des Var sind dichte schwärzliche Kalksteine an der Basis der oberen Juraformation sehr gewöhnlich.

b. Oolithische Kalksteine. Sie sind in der Regel weiss oolithisch und hellfarbig, zumal gelblichweiss, röthlichweiss oder graulichweiss bis lichtgelb oder grau, von dichter oder erdiger Grundmasse, in welcher feine oder grobe Oolithkörner bald sparsam, bald häufig, bald so zahlreich eingewachsen sind, dass sie dicht an einander gedrängt das ganze Gestein zusammensetzen. Diese Oolithkörner sind oft nur mohn- bis hirsekorngross, bisweilen erbsengross, selten bis nussgross (Bruntrut, Belval), bald kugelrund, bald länglich (wie Waizenkörner oder Ameiseneier), gewöhnlich concentrisch schalig, bisweilen hohl oder mit kleinem Muschelfragmente im Mittelpunkte; ja häufig erscheinen sie nur wie abgeriebene Fragmente von Muscheln oder Korallen. Wenn sie sehr gross werden, so bilden sie die von Smith Pisolith genannten Gesteine. Manche Varietäten enthalten zugleich feine und grobe, unregelmässig gestaltete Oolithkörner durch einander, (Gegend von la Rochelle und Nontron, Normandie, Heidenheim in Württemberg); andere, und namentlich die dem Portlandkalke entsprechenden Varietäten zeichnen sich fast überall durch sehr feine und gleichmässige Oolithkörner aus, welche dann auch gewöhnlich dicht über einander liegen.

Die oolithischen Kalksteine sind bald dickschichtig, bald dünnschichtig, und liefern im ersteren Falle sehr gute Bausteine; bisweilen sind sie mit transversaler Absonderung versehen. Concretionen oder Lagen von Hornstein finden sich in ihnen wie in anderen Kalksteinen; organische Ueberreste aber sind selten, und kommen, so weit sie von Mollusken, Korallen und Krinoiden abstammen, gewöhnlich in einem fragmentaren, zermalmten und abgeriebenen Zustande vor.

c. Spongitenkalkstein. Unter diesem Namen begreift Quenstedt diejenigen Kalksteine der weissen Juraformation, welche sich durch einen grossen Reichthum von versteinerten Amorphozoën oder Spongiten auszeichnen. In Württemberg erscheinen sie innerhalb der mittleren Abtheilung als blaulichgraue Mergelkalksteine, welche aus abwechselnd härteren und weicheren Partieen bestehen, eine krummschalige Absonderung besitzen und mit Lagen von Mergelthon abwechseln; bei der Verwitterung des Gesteins werden die festeren Spongiten herausgelöst, und liegen daher zahlreich auf der Oberfläche herum. In der oberen Abtheilung dagegen, sowie in Franken und Polen pflegen es mehr weisse oder doch hellfarbige Kalksteine zu sein, welche auf ähnliche Weise mit Spongiten erfüllt sind. Ueberhaupt aber ist es weniger die petrographische Beschaffenheit als das häufige Vorkommen dieser Fossilien, was die Spongitenkalksteine charakterisirt.

d. Korallenkalkstein. Es sind theils dichte, theils körnige, theils erdige oder poröse, überhaupt in ihrer Beschaffenheit sehr abwechselnde, oft kieselige, meistentheils jedoch hellfarbige Kalksteine, welche einen grossen Reichthum von versteinerten Korallen beherbergen, ja oft als blosse Aggregate solcher Fossilien, als förmliche petrificirte Korallenriffe erscheinen. Diese Korallen sind gewöhnlich durch Kalkstein oder Kalkspath, nicht selten auch durch Kieselerde petrificirt, bisweilen hohl und mit eisenschüssigem Thone erfüllt, in welchem Falle das Gestein von gewundenen Röhren durchzogen erscheint. Die Schichtung der Korallenkalksteine ist mehr oder weniger undeutlich und unregelmässig; ja bisweilen erscheint das Gestein in grossen, plumpen Felsmassen durchaus ungeschichtet. Der Coralrag Englands und die Korallenkalksteine Frankreichs (bei la Rochelle, Nontron, Rochefoucault, Lisieux u. a. O.), Hannovers (bei Hildesheim, am Lindner Berge), Frankens, Schwabens und anderer Länder liefern gute Beispiele.

e. Lumachellkalkstein; besonders in der oberen Etage der weissen Juraformation kommen bisweilen Schichten eines mergeligen Kalksteins vor, welcher dermaassen mit Schalen von *Exogyra virgula* erfüllt ist, dass er eine wahre Lumachelle bildet; so z. B. nach Dufrénoy in der Gegend von Cahors und Angoulème. Eben so findet sich nach Quenstedt im weissen Jura Württembergs ein Gestein, welches nur aus dicht über einander gepressten Schalen von *Monotis* besteht.

f. Körniger Kalkstein. Manche der zuletzt betrachteten Kalksteine sind bisweilen körnig in ihrer Grundmasse, und auch die dichten Kalksteine entfalten nicht selten eine mehr oder weniger deutliche körnige Textur. Krystallinisch-grobkörniger Kalkstein kommt jedoch selten vor; so z. B. in Württemberg, wo er nach Schübler dem Dolomite sehr ähnlich, aber schon durch sein geringeres spez. Gewicht zu erkennen ist. Quenstedt nennt ihn zuckerkörnigen Kalk; er ist lichtgelb gefärbt, erleidet durch die Verwitterung eine Bräunung und unregelmässige Ausnagung, und ist auf der schwäbischen Alp sehr verbreitet. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 448. Manche ausserdem vorkommende körnige Kalksteine sind als Krinoidenkalksteine zu beurtheilen.

g. Kalksteinbreccien. Sie kommen hier und da im Gebiete des weissen Jura vor; z. B. nach Tschihatscheff in den Umgebungen des Monte Gargano in Neapel, und nach Huot in der Krimm; auch bei Kuronitz in Mähren findet sich nach Glocker eine Breccie aus Kalksteinfragmenten und mergeligem Bindemittel. Neues Jahrb. für Min 1842, S. 24.

5. Dolomit. In einigen Territorien der weissen Juraformation erscheinen bedeutende Ablagerungen von Dolomiten, welche sich durch ihre krystallinische, porose und cavernose Structur, durch ihre meist schroffen und oft abenteuerlichen Felsformen von den benachbarten Kalksteinen unterscheiden,

mit denen sie gewöhnlich unter so eigenthümlichen Verhältnissen verknüpft sind, dass sie als das Product einer Metamorphose derselben betrachtet werden müssen. Sie sind oft reich an Höhlen, welche nicht selten mit Spalten in Verbindung stehen, und in den verschiedensten Formen und Dimensionen vorkommen. Besonders Franken, Württemberg, Hannover und die Cevennen zeigen uns diese Dolomite in einer grossartigen Entwickelung.

Von den Juradolomiten Frankens gab Leopold v. Buch eine herrliche Schilderung, deren Interesse durch die daran geknüpften theoretischen Folgerungen nicht wenig erhöht wird. Nachdem er auf die zuckerartig körnige, oder poros-krystallinische Textur dieser Gesteine, auf ihre cavernose Structur, auf die durch kleine Dolomit-Rhomboëder drusigen Wände ihrer Cavitäten, auf den oft gänzlichen Mangel oder die Seltenheit deutlicher organischer Ueberreste*), auf ihre herrschende lichtgelbe Farbe aufmerksam gemacht hat, beschreibt er ihre merkwürdigen Felsformen. Während der fränkische Dolomit da, wo er vom Kalkschiefer bedeckt wird, nur in den Thaleinschnitten in schroffen Felswänden entblösst ist, so bildet er weiter nördlich isolirte Kuppen und kleine Plateaus. »Man sieht steil abgeschnittene Felsen von beträchtlicher Höhe getrennt durch grosse Spalten, welche sie vom Gipfel bis zum Fusse durchziehen. Man glaubt aus der Ferne die unermesslichen Trümmer alter Schlösser zu sehen, oder ganze Festungen von Bergen; allein häufig vermehren sich die wundersamen Hervorragungen in dem Grade, dass man sich ganz nahe von einem Hundert dieser Hügel umringt sieht, welche auf dem gleichförmigen Niveau der Kalklagen vertheilt sind. Man steigt nur durch Spalten hinan, und selbst hier mühsam; ein grosser Theil von ihnen ist völlig unzugänglich. So sind die kleinen Berge von 200 bis 300 Fuss Höhe zwischen Pegnitz und Hersbruck bei Nürnberg; so sind jene, welche man auf den Höhen von Erlangen sieht, bei Streitberg, Velden, Muggendorf, Gailenreuth. Der Dolomit bleibt stets von derselben Natur; er ist immer gelb und körnig, glänzend in der Sonne, und die kleinen Rhomboëder, aus welchen er besteht, berühren sich nur an einigen Stellen. Ihre Verbindung wird daher ziemlich leicht aufgehoben, und die Masse zersetzt sich zu Sand; daher kommt es, dass der Fuss dieser sonderbaren Felsen stets von Sand umgeben ist, den man für Quarzsand halten würde, wenn eine genauere Untersuchung nicht erkennen liesse, dass jedes Korn desselben ein vollkommenes Rhomboëder ist. Zu den Dolomitfelsen gelangt, welche dieser Sand andeutet, sieht man, dass die Spalten sich zu Grotten und geräumigen Höhlen erweitern, welche den Berg nach den manchfaltigsten Richtungen durchziehen. Es sind diess die bekannten Höhlen mit Gebeinen von Bären, bei Muggendorf und Gailenreuth. Sie dringen tief in den Berg ein, und ziehen oft abwärts, aber noch hat man sie nicht in die Kalklagen eindringen sehen; stets trifft man sie im Dolomite.« Leonh. min. Taschenb. 1824, S. 255 f.

Damit ganz übereinstimmend sind die Beschreibungen anderer Beobachter. Geht man von Forchheim das Wiesentthal aufwärts über Ebermannstadt, so erreicht man bei Streitberg die wilde, rauhe und sehr ausgedehnte Dolomitregion von Muggendorf und Gailenreuth. Dass sich diese Gebirgspartie nicht mehr in ihrem ur-

*) Indessen sind doch sowohl Schichtung als auch Fossilien nicht selten deutlich erkennbar. Leopold v. Buch selbst erwähnt organische Ueberreste, bemerkt jedoch, dass sie nur so wie in Sandsteinen, als Steinkerne und Abdrücke vorkommen. Später machte v. Strombeck aufmerksam darauf, dass ihre Schalen in ein schneeweisses, zerreibliches Mineral von kieseliger Natur verwandelt seien. Karstens Archiv, Bd. 8, 1834, S. 539. Dasselbe bestätigte Leop. v. Buch in seiner berühmten Abhandlung über den Jura in Teutschland, S. 12.

sprünglichen Zustande befindet, sieht man sogleich. Alles scheint zerstört, Spalten und Klüfte bringen thurmähnliche Gestalten hervor, und Verwitterung und Einstürze setzen die Zerstörung fort. In der Nähe des Wiesentthales ist die Verwüstung am schrecklichsten; eine grosse Felsenruine ist die Riesenburg bei Muggendorf; ein grausiges Bild der Zerstörung bietet der Wichsenstein, der im weiten Umkreise von Dolomit-Trümmern umlagert ist. Tantscher in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 8, 1835, S. 488 ff.

Dass nun aber diese fränkischen Dolomite wirklich, wie es Heim vermuthet und Leopold v. Buch entschieden ausgesprochen hatte, als metamorphische Gebilde zu deuten sind, diess ist durch Pfaff mit sehr guten Gründen dargethan und zugleich in einer sehr ansprechenden Weise geltend gemacht worden, indem die Umwandlung des Kalksteins durch Wasser erklärt wird, welches kohlensaure Magnesia aufgelöst hielt. Pfaff beschreibt die sehr unregelmässige Begränzung, welche der Dolomit sowohl seitwärts als abwärts gegen den unterliegenden Kalkstein (z. B. oberhalb Streitberg) erkennen lässt; er macht aufmerksam auf das Vorkommen von weissem dichten Jurakalk in und über dem Dolomite (wie am Adlersteine, hinter der Ruine Streitburg und bei Hetzelsdorf); er hebt die ungeschichtete, wild zerklüftete und zerrissene Beschaffenheit des Dolomites, die allmäligen Uebergänge des Kalksteins in den Dolomit, die in diesen Uebergängen eintretende Verundeutlichung der Schichtung und die Schwankungen der chemischen Zusammensetzung des Dolomites (von 6 bis 43 p. C. Magnesiacarbonat) hervor, um zu beweisen, dass der Dolomit nur umgewandelter Kalkstein sei. Man könne jedoch nur einen hydrochemischen Umwandlungsprocess voraussetzen; da nun der Mangel an Gyps die Einwirkung von schwefelsaurer Magnesia ausschliesse, da für die Annahme von Chlormagnesium keine Gründe vorlägen, so sei es wohl am einfachsten, die Einwirkung von Quellen vorauszusetzen, welche kohlensaure Magnesia aufgelöst hielten, und sich in die damaligen Bäche, Flüsse, Seen (und Meeresbusen) ergossen, von deren Betten aus die Umwandlung erfolgte; woraus denn auch die ungleiche Vertheilung des Dolomites in horizontaler und verticaler Richtung zu erklären sei. Poggend. Ann. Bd. 82, 1851, S. 465 ff.

In Württemberg ist der Dolomit zwar weniger verbreitet als in Franken, dennoch aber auf der Höhe der schwäbischen Alp, zumal bei Blaubeuren, unter ganz ähnlichen Verhältnissen zu finden; nach Schübler ist er weiss, krystallinisch-körnig, poros, bald fest, bald zerreiblich, hat das Gewicht 2,72 bis 2,77 (pulverisirt sogar 2,82) und hält 25 bis 42 p. C. kohlensaure Magnesia. Die Höhlen der Alp befinden sich jedoch nicht in ihm, sondern im geschichteten Jurakalkstein. (Schübler in v. Alberti's Werk, die Gebirge des Königr. Würtemberg, S. 293 f.). Nach Quenstedt erscheint der Dolomit auch dort so innig mit dichtem Marmor und mit körnigem Kalkstein verbunden, dass alle drei Gesteine ein compactes Ganzes bilden, indem sich hier ein grosser Marmorfelsen zwischen Dolomiten hervordrängt, während dort der zuckerkörnige Kalkstein beide überflügelt. Wie ein Granit den andern Granit nach allen Richtungen durchdringt, eben so vermischen sich diese drei Gesteine auf das Unbestimmteste durch einander. Auf den kleinsten Wänden, auf unbedeutenden Strassendurchbrüchen sieht man sie in einander verschlungen, und wird unwillkürlich an Leopold v. Buch's Theorie erinnert, dass eine ausgedehnte Masse von dichtem Marmor durch Magnesia stellenweise in Dolomit verwandelt worden sei. Das Flötzgebirge Würtembergs, S. 448.

In Hannover kommt der Dolomit nach v. Strombeck unter sehr lehrreichen Verhältnissen am Kahlenberge bei Echte vor, (vergl. I, S. 766); er ist dort nach A. Römer und Dunker im ganzen Umfange der Hilsmulde vorhanden, und giebt sich schon aus der Ferne durch nackte, steile Wände und durch ruinenähnliche Felsen

zu erkennen; bei grauer oder röthlicher Farbe besitzt er übrigens die Eigenschaften der fränkischen Dolomite, und enthält auch nicht selten organische Formen des Coralrag.

Auch in den Cevennen bildet der Juradolomit nach Theobald steile Berge, jäh ansteigende Felsen von phantastischen, thurm- oder ruinenartigen Formen, Zacken und Nadeln und tief eingerissene wilde Schluchten, und umschliesst viele Höhlen von z. Th. ausgezeichneter Grösse und Schönheit. Neues Jahrb. für Min. 1843, S. 680.

Gyps, dieser in anderen Formationen so gewöhnliche Begleiter des Dolomites scheint in der Juraformation fast gar nicht vorzukommen. Doch gedenkt Dunker eines Falles bei Nammen unweit der Porta Westphalica, wo im oberen Jurakalke nicht unbedeutende Gypsmassen liegen sollen, die mit Thon gemengt sind, und derbe Partieen von reinem Schwefel enthalten. Neues Jahrb. für Min. 1838, S. 534.

6. Eisenerze. Bohnerze (I, 649) scheinen zwar bisweilen im Jurakalke unter solchen Verhältnissen vorzukommen, dass man sie anfangs noch der Juraformation beirechnen zu können glaubte; sie sind aber weit jüngere Bildungen, welche theils auf der Oberfläche, theils in Spalten und Höhlenräumen des Jurakalkes während der tertiären Periode abgesetzt wurden, und nur deshalb hier erwähnt zu werden verdienen, weil sie im Gebiete des weissen Jura besonders häufig sind. Bei Blansko in Mähren kommen in und über den Sandsteinen des oberen Jura nicht nur ähnliche Bohnerz-Ablagerungen, sondern auch bedeutende Massen von dichtem und ockerigem Brauneisenerz vor.

Gressly hat es sehr wahrscheinlich gemacht, dass das Material der Bohnerzgebilde durch Schlamm- und Wasser-Eruptionen lange nach der Bildung des Portlandkalksteins geliefert worden sei; eine Ansicht, welche später sehr ausführlich von Quiquerez entwickelt worden ist. Neue Denkschriften der allg. Schweizerischen Ges. XII, 1852.

7. Kohlen. Es sind nur wenige und unbedeutende Vorkommnisse von kohligen Substanzen in der weissen Juraformation bekannt.

Dahin gehören z. B. die sogen. Kimmeridgekohle in England, welche eigentlich nur eine Art von Brandschiefer ist; dann die erdigen Lignitschichten, welche nach Dufrénoy in den oberen Juramergeln bei Mercues und Rodes in der Gegend von Cahors bekannt sind, sowie die vier Steinkohlenflötze bei Boltigen im Kanton Bern, welche zwischen sandigem Kalkstein und Mergelschiefer liegen, von marinen Conchylien begleitet werden, aber noch niemals eine Spur von Pflanzenresten erkennen liessen, weshalb Studer geneigt ist, sie für Kohle thierischen Ursprungs zu halten. Geologie der westlichen Schweizeralpen, S. 276. Alle diese kohligen Bildungen gehören derjenigen Etage der weissen Juraformation an, welche dem Kimmeridgethone und Portlandkalke entspricht.

8. Asphalt. An einigen Punkten sind gewisse Kalksteine der Juraformation dermaassen mit Asphalt imprägnirt, dass sie als sogenannter Asphaltstein gewonnen und auf Asphalt benutzt werden. Es verhält sich jedoch mit diesem Asphalte wie mit dem Bohnerze, d. h. es ist ein jüngerer Eindringling, welcher erst während der Tertiärperiode in den Jurakalkstein gelangt zu sein scheint. Bekannt sind z. B. die Vorkommnisse von Seyssel (Dép. de l'Ain), von der Insel Brazza bei Spalatro und von einigen anderen Punkten Dalmatiens.

Bei Pyrimont, eine Stunde nördlich von Seyssel, liegen die in neuerer Zeit so wichtig gewordenen Asphaltgruben. Dort ragt unter der tertiären Molasse eine Kalkstein-Ablagerung der Juraformation hervor, deren ungeschichtetes Gestein mit Asphalt imprägnirt und von Asphaltadern durchzogen ist. Dasselbe ist aber auch der Fall mit der aufliegenden Molasse, in welcher die Asphaltadern noch weit stärker sind. Auf der Insel Brazza liegen in einem gelblichweissen Jurakalksteine mehre Dolomitschichten von 10 bis 12 Fuss Mächtigkeit, welche mit Asphalt geschwängert sind, und steinbruchsartig gewonnen werden; nach Karsten beträgt ihr Gehalt an Asphalt über 7, ihr Gehalt an kohlensaurer Magnesia über 32 Procent. Am Elligser Brinke bei der Karlshütte in Braunschweig, sowie anderwärts in der nordteutschen Juraformation sind nach Dunker ganze Schichten der Juraformation von Bergpech durchdrungen.

§. 415. *Gliederung der weissen Juraformation in Württemberg, nach Quenstedt.*

Da auch die weisse Juraformation vom paläontologischen Standpunkte aus in Württemberg genauer als anderwärts in Teutschland nach ihrer Gliederung erforscht worden ist, so geben wir zuvörderst eine Uebersicht des dortigen, durch Quenstedt's Untersuchungen classisch gewordenen Territoriums.

In Württemberg sind es weisse, reine oder auch mergelige Kalksteine, welche die Hauptrolle spielen, und sich in bedeutender Mächtigkeit mit hervorragenden Massen über dem braunen Jura aufthürmen. Wenn auch stellenweise etwas dunklere Farben erscheinen, so erreichen sie doch niemals jenes schwärzliche Grau oder Blau, welches die Thone des braunen Jura zu zeigen pflegen, weshalb denn schon die Farbe dem Auge einen leicht erkennbaren Abschnitt zwischen beiden Formationen vorführt.

Bei einer Mächtigkeit von 1000 Fuss und darüber lässt sich in Württemberg auch die weisse Juraformation in drei Abtheilungen zerfällen, welche Quenstedt als unteren, mittleren und oberen weissen Jura aufführt, und besonders nach ihren organischen Ueberresten unterscheidet; diese finden sich in der unteren Abtheilung noch häufig verkiest, in der mittleren ausschliesslich verkalkt, in der oberen nicht selten verkieselt. In jeder Abtheilung unterscheidet Quenstedt abermals zwei Etagen, so dass im Ganzen sechs Etagen herauskommen, welche er nach seiner Gewohnheit mit den Buchstaben α, β, γ, δ, ε und ζ bezeichnet.

Quenstedt bemerkt jedoch, dass es nirgends schwerer sei, sich in den Unterabtheilungen zu orientiren, als im weissen Jura, und dass es einer genauen Kenntniss der Gesteine wie der Petrefacten, und eines nur durch lange Uebung zu erlangenden Taktes bedürfe, um sich vor Irrthümern zu bewahren. »Je weiter wir, sagt er, unsere Stufenleiter der auf einander gelagerten Schichten verfolgen, desto mehr mindert sich die Sicherheit der Abtheilungen. Durfte man im Lias öfter fussdicke Schichten von einander unzweifelhaft trennen, so gelang das im braunen Jura schon weniger; hier im weissen muss man nun vollends das ganz aufgeben; nur im Grossen und Ganzen lassen sich noch Abtheilungen machen, und selbst diese getraue ich mir nicht überall wieder zu erkennen.« Der Jura,

S. 571. Auch Fraas erkennt die Schwierigkeit der Orientirung im schwäbischen weissen Jura, in seiner Abhandlung über die geognostischen Horizonte desselben, in den Württemb. naturwiss. Jahresheften, 1858, S. 97 ff.

Obgleich nun keine vollständige Uebereinstimmung in der Gliederung der englischen, der französischen und der teutschen Juraformation zu erwarten ist, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass die weisse Juraformation Württembergs in ihrer Totalität denjenigen Schichtensystemen aequivalent ist, welche anderwärts als obere Oxfordmergel, Coralrag, Kimmeridgemergel und Portlandkalk bezeichnet worden sind.

I. Untere Abtheilung der weissen Juraformation Schwabens.

1. Weisser Jura *α*. Mergelige und thonige Kalksteine mit *Terebratula impressa.* Unmittelbar über den dunkeln Ornatenthonen des braunen Jura erheben sich, gewöhnlich mit steilem Gehänge, graue, thonige Mergel, welche mit Kalksteinen regelmässig wechsellagern. Diese Kalksteine sind aschgrau und äusserst homogen, und bilden wohl über hundert einzelne Bänke, welche in grösster Regelmässigkeit durch die weicheren, dunkelfarbigen Zwischenlagen gesondert werden; sie zerfallen durch die Einwirkung der Atmosphärilien in eckige Stücke, während die Mergel zu einer lockeren, knätbaren Masse werden, weshalb sich denn an diesen Gehängen hoch hinauf Bergrutschen und Schutthalden ausbilden. Nach oben rücken die Kalksteinschichten immer näher an einander, bis endlich die mergeligen Zwischenlagen verschwinden, womit denn die folgende Etage beginnt; auf der Gränze liegt vielorts eine an Fucoiden sehr reiche Schicht.

Nach unten sind diese Schichten sehr arm an organischen Ueberresten: höher hinauf enthalten sie viele, aus Eisenkies entstandene Klumpen von Brauneisenerz, und dann erscheinen auch verkieste Fossilien, als *Terebratula impressa, Disaster granulosus*, *Ammonites convolutus* u. a., meist mit rauher Oberfläche und nicht so schön und elegant wie in den Ornatenthonen; noch höher verschwindet der Eisenkies gänzlich, und die sparsamen Conchylien sind verkalkt, während die Kalksteine selbst reiner und minder verwitterlich werden.

Als die wichtigsten Fossilien nennt Quenstedt die folgenden:

Ammonites alternans Buch	*Terebratula impressa* Bronn
. . . . . *complanatus* Ziet.	*Asterias impressae* Quenst.
. . . . . *convolutus* Schl.	*Disaster granulosus* Goldf. sp.
. . . . . *flexuosus* Münst.	*Pentacrinus subteres* Goldf.
Belemnites hastatus Blainv.?	*Stephanophyllia florealis* Quenst.
Rostellaria bicarinata Münst.	*Turbinolia impressae* Quenst.
Plicatula subserrata Goldf. sp.	*Fucoides Hechingensis* Quenst.

2. Weisser Jura *β*. Wohlgeschichtete Kalksteine. Unmerklich gelangt man aus den oberen Schichten der vorigen Etage in diese lichter gefärbten, dicht über einander und sehr regelmässig geschichteten Kalksteine, welche niemals zu einer knätbaren Masse, sondern nur zu eckigen Brocken zerwittern, die in hohen Schutthalden den unteren thonigen Schichten angelagert sind. Der Kalkstein selbst ist ganz homogen, muschelig im Bruche und leicht

zersprengbar; er bildet Steilwände, an deren Fusse die meisten Quellen des Neckargebietes hervorrieseln*).

Quenstedt erwähnt besonders folgende Species als diejenigen, deren Ueberreste häufiger vorkommen:

Ammonites biplex Sow.	*Aptychus lamellosus* Münst.
. . . . . *planulatus gigas* Qst.	*Belemnites hastatus* Blainv.
. . . . . *virgulatus* Quenst.	*Muricida semicarinata* Quenst.
. . . . . *complanatus* Ziet.	*Rostellaria bicarinata* Münst.
. . . . . *canaliculatus* Münst.	*Pleurotomaria clathrata* Goldf.
. . . . . *lingulatus* Quenst.	*Isoarca striatissima* Quenst.
. . . . . *alternans* Buch	*Pholadomya clathrata* Ziet.
. . . . . *flexuosus* Münst.	*Pecten cingulatus* Phill.
Nautilus giganteus Orb.	

Die Gesammtmächtigkeit beider Etagen ist auf 500 Fuss zu schätzen, von welchen über 400 Fuss auf die untere Etage kommen.

II. Mittlere Abtheilung der weissen Juraformation Schwabens.

Diese Abtheilung erscheint wegen des grossen Reichthums an eigenthümlichen Fossilien als das wichtigste Formationsglied des ganzen weissen Jura. Ihre Kalksteine zeichnen sich durch eine Neigung zur oolithischen Structur aus, ohne jedoch aus dicht gedrängten Oolithkörnern zu bestehen; auch sind sie oft mächtig und sehr undeutlich geschichtet, so dass sie in plumpen, fast überhängenden Felsmassen anstehen, welche eine wesentliche Zierde des Alprandes ausmachen. Diese Felsen sind jedoch dermaassen zerklüftet, dass sie oftmals das Ansehen einer aus lauter dicht in einander gefügten eckigen Stücken bestehenden Breccie gewinnen; desungeachtet gehören sie zu den festesten Gesteinen des weissen Jura. Es lassen sich auch in dieser Abtheilung zwei Regionen oder Etagen unterscheiden.

3. Weisser Jura γ. Blaulichgraue Mergelkalksteine mit *Terebratula lacunosa* und Spongiten. Die tiefsten Schichten dieser Etage haben Aehnlichkeit mit denen der Etage α, doch sind sie alle mehr gleichmässig hart, weniger deutlich markirt, und stärker zerklüftet; von organischen Ueberresten enthalten sie fast nur canaliculirte Belemniten, planulate Ammoniten nebst *Ammonites inflatus*. Höher aufwärts scheiden sich festere Bänke aus, welche mit *Terebratula lacunosa, T. bisuffarcinata*, zahllosen Spongiten und mancherlei anderen Fossilien erfüllt sind, und stellenweise in grossartigen Felsbildungen zu einer Mächtigkeit von mehren hundert Fuss anschwellen, während sie anderwärts den blaulichgrauen Mergelkalksteinen untergeordnet erscheinen.

Aus dieser Etage führt Quenstedt sehr viele Fossilien auf, von denen wir die folgenden nennen:

Ammonites planulatus Schl. in vielen Var. als: *polygyratus, polyplocus, colubrinus* etc.	*Ammonites trifurcatus* Ziet.
	. . . . . *bipedalis* Quenst.
	. . . . . *inflatus* Rein.

*) Nach Binder und Fraas wird auch diese Etage aufwärts durch eine bis 2 Fuss mächtige, von Fucoiden strotzende Mergelbank geschlossen.

Ammonites bispinosus Ziet.
. . . . . *perarmatus* Sow.
. . . . . *Reineckianus* Quenst.
. . . . . *dentatus* Ziet.
. . . . . *flexuosus* Münst.
. . . . . *lingulatus* Quenst.
. . . . . *alternans* Buch
Aptychus laevis Mey.
. . . . . *lamellosus* Münst.
Belemnites hastatus Blainv.
Pleurotomaria suprajurensis Röm.
. . . . *clathrata* Goldf.
Nerita jurensis Röm.
Isoarca transversa Goldf.
Modiola tenuistriata Goldf.
Monotis lacunosae Quenst.
Plagiostoma ovatissimum Qst.
. . . . . . *notatum* Goldf.
Pecten subpunctatus Goldf.
Ostrea Römeri Quenst.
Terebratula lacunosa Schl. in vielen Varietäten
. . . . . *triloboides* Quenst.
. . . . . *substriata* Schl.
. . . . . *loricata* Schl.
. . . . . *reticulata* Schl.
. . . . . *pectunculus* Schl.
. . . . . *nucleata* Schl.
. . . . . *bisuffarcinata* Schl.
Crania suevica Goldf.
Cidaris coronata Goldf.
. . . . *suevica* Desor
. . . . *nobilis* Goldf.
Stacheln verschiedener Cidariten
Diadema subangulare Goldf.
Echinus nodulosus Goldf.
Disaster granulosus Goldf.
. . . . *carinatus* Ag.
Eugeniacrinus caryophyllatus Goldf.
. . . . *nutans* Goldf.
. . . . *compressus* Goldf.
Pentacrinus cingulatus Goldf.
Solanocrinus scrobiculatus Goldf.
Serpula planorbiformis Goldf.
. . . . *delphinula* Goldf.
. . . . *Deshayesii* Goldf.
Ceriopora radiciformis Goldf.
. . . . . *clavata* Goldf.
. . . . . *striata* Goldf.
Scyphia punctata Goldf.
. . . . *obliqua* Goldf.
. . . . *verrucosa* Goldf.
. . . . *bipartita* Quenst.
. . . . *gregaria* Quenst.
Manon marginatum Goldf.
. . . . *impressum* Goldf.
Spongites Lochensis Quenst.
. . . . . *dolosi* Quenst.

4. Weisser Jura δ. Regelmässig geschichtete Kalksteine. Anfangs noch licht blaulichgrau, welche Farbe jedoch weiter aufwärts immer mehr der gelben Platz macht, unterscheiden sich diese Kalksteine von den vorhergehenden durch ihre grosse Festigkeit, durch ihre deutliche Schichtung in geschlossenen Bänken, durch ihre häufigen Oolithkörner, durch ihre reichlichen Concretionen von Kieselerde, und durch den meist verkieselten, oft fragmentaren Zustand ihrer Fossilien. Sie liefern gute Bausteine, und sind daher vielorts durch Steinbrüche aufgeschlossen.

»Wie β von α, so lässt sich auch δ von γ nur äusserst schwierig, und nicht einmal in allen Fällen trennen; dennoch dürfen wir die Eintheilung nicht aufgeben.« Indem Quenstedt mit dieser Erklärung die Betrachtung der Etage δ eröffnet, empfiehlt er besonders den Durchschnitt der Eisenbahn bei Geisslingen für das Studium der Gesteinswechsel dieser Etage*). Zum Schlusse desselben Abschnittes sagt er noch in Betreff von δ: wo uns das Gestein nicht sicher führt, da steht den Zweifeln Thor und Thür offen; dennoch ist im Ganzen der Unterschied von γ und δ so schlagend, dass man unter Berücksichtigung der Bergumrisse in vielen Gegenden über die Deutung nicht einen Augenblick in Zweifel sein kann.

*) Ein sehr lehrreiches geognostisches Profil dieses Eisenbahn-Einschnittes nebst Beschreibung gab Binder in Württemb. naturwiss. Jahresheften, 1858, S. 79 ff.

Unter den organischen Ueberresten dieser Etage bilden besonders die Amorphozoën (Spongiten) eine sehr auffallende Erscheinung, weil sie in ausserordentlicher Manchfaltigkeit der Formen und in erstaunlicher Menge der Individuen vorkommen, während die eigentlichen Korallen fast gänzlich vermisst werden.

Bei der localen Unsicherheit von δ hebt Quenstedt nur wenige Fossilien hervor, als z. B.

Cnemidium Goldfussi Quenst.
. . . . . *rimulosum* Goldf.
. . . . . *lamellosum* Goldf.
. . . . . *stellatum* Goldf.
Tragos patella Goldf.
. . . . *acetabulum* Goldf.
. . . . *rugosum* Goldf.
Siphonia radiata Quenst.
Scyphia articulata Goldf.
Scyphia radiciformis Goldf.
. . . . *texturata* Goldf.
. . . . *clathrata* Goldf.
. . . . *costata* Goldf.
. . . . *reticulata* Goldf.
. . . . *milleporata* Goldf.
Spongites vagans Quenst.
. . . . . *spiculatus* Quenst.

Von Mollusken ist fast nichts Eigenthümliches aufzuführen, indem sich Alles dem Vorausgegangenen oder Nachfolgenden so eng anschliesst, dass man sich danach nicht orientiren kann. Vielleicht könnte man *Terebratula trilobata* als Leitmuschel betrachten, wenn sie nicht zu selten wäre. Die grossen planulaten Ammoniten und die riesigen Flexuosen sind stellenweise recht bezeichnend, gewähren aber doch keinen sicheren Anhalt. Nach den Beobachtungen von Binder und Fraas sind ein paar Krebse der Gattung *Prosopon* als häufige und bezeichnende Formen einer der obersten Schichten von δ zu betrachten.

III. Obere Abtheilung der weissen Juraformation Schwabens.

Diese ausgezeichnetste Abtheilung der ganzen Formation wird sowohl durch ihre Gesteine wie durch ihre Petrefacten auf eine höchst bestimmte Weise charakterisirt, und lässt gleichfalls zwei Etagen unterscheiden. Wenn auch über die Gränze gegen die mittlere Abtheilung oft Zweifel Statt finden können, so schwinden solche doch immer mehr, je höher man aufwärts geht, wie namentlich an den classischen Stellen bei Nattheim und Nusplingen. Wer dort die prachtvollen Korallen, hier die Krebse und Fische gesehen und gesammelt hat, der wird erkannt haben, dass er in eine ganz andere Formations-Abtheilung eingetreten ist. Auch der Gesteinscharakter giebt ein Anhalten; denn in der Etage ε erscheinen die Kalksteine am reinsten und die Kiesel-Concretionen am häufigsten.

5. Weisser Jura ε. Ungeschichtete Kalksteine und Dolomite. Sie bilden jene grottesken Felsen, welche die Donau unterhalb Tuttlingen begleiten, in der Regel nicht eine Spur von Schichtung erkennen lassen, und wesentlich aus dreierlei verschiedenen Gesteinen bestehen. Ein hellfarbiger, bisweilen bunter, äusserst homogener und dichter Kalkstein (sogenannter Marmor), ein lichtgelber, durch die Verwitterung braun werdender, und zu vielen Vertiefungen und Löchern ausgenagter, krystallinisch körniger Kalkstein, und ein graulichweisser, mehr feinkörniger Dolomit, das sind diejenigen drei Gesteine, welche, ohne bestimmte Ordnung durch einander vor-

kommend, diese Etage hauptsächlich zusammensetzen. Doch walten im Allgemeinen die zuckerkörnigen Kalksteine vor; sie bilden auf der schwäbischen Alp eine der bedeutendsten Flächen, und sind für Schwaben, was die Dolomite für Franken sind.

Alle drei Gesteine sind oft durch einen bedeutenden Gehalt an Kieselerde ausgezeichnet, welcher sich auch in zahlreichen, bald grossen, bald kleinen, und oft seltsam gestalteten Knollen von unreinem Flint oder Chalcedon concentrirt hat. Manche Felsen sind ganz erfüllt von diesen Knollen, welche durch die Verwitterung des Gesteins herausgelöst werden, und dann in grosser Menge auf der Oberfläche herumliegen. Vorzüglich in der oberen Region dieser Etage tritt der Kieselgehalt recht auffallend hervor, wobei es auffallend ist, dass die Kalksteine gerade über und unter den kieselreichen Lagen oft schneeweiss werden.

Ausser den genannten drei Gesteinen erscheint jedoch auch stellenweise, und namentlich in der Gegend von Heidenheim, Schnaitheim und Giengen, ein sehr ausgezeichneter oolithischer Kalkstein, welcher, eben so wie die schneeweissen Kalksteine, die oberste Stelle einnimmt, oft recht mächtig wird, und den trefflichsten Werkstein liefert*).

Organische Ueberreste kommen am seltensten in den Dolomiten, etwas zahlreicher in den körnigen Kalksteinen, aber oft recht häufig in den dichten Marmorkalken vor; zumal nach oben, wo sich wieder eine Tendenz zur Schichtung einstellt, da erscheint ein grosser Reichthum von Petrefacten, welche gewöhnlich verkieselt und trefflich erhalten sind. Aber nur dort, wo Korallen vorkommen, finden sich viele Fossilien, während die übrigen Regionen in der Regel arm zu sein pflegen; daher sind es besonders die grossen Korallenfelder bei Heidenheim, Giengen und Nattheim, wo die grösste Manchfaltigkeit der Formen angetroffen wird. Nächst den Korallen spielen besonders die Echinodermen und Brachiopoden eine sehr wichtige Rolle; auch mehre Conchiferen und Gastropoden, zumal die Gattung *Nerinea*, sind wichtig, wogegen die Cephalopoden fast gänzlich vermisst werden.

Von den zahlreichen Fossilien dieser Etage führen wir nach Quenstedt folgende auf:

Cnemidium corallinum Quenst.
Spongites reticulatus Quenst.
. . . . . *semicinctus* Quenst.
. . . . . *cribratus* Quenst.
. . . . . *glomeratus* Quenst.
. . . . . *indutus* Quenst.
Astrophorus expansus Quenst.
. . . . . *caloporus* Quenst.
Scyphia intermedia Goldf.
Scyphia Bronni Goldf.
Ceriopora angulosa Goldf.
. . . . . *radiata* Goldf.
Chaetetes polyporus Quenst.
Astraea limbata Goldf.
. . . . *sexradiata* Goldf.
. . . . *decemradiata* Quenst.
. . . . *tubulosa* Goldf. 8strahlig
. . . . *cavernosa* Schl.

*) Von dem Oolithe bei Ober-Stotzingen hat jedoch Fraas gezeigt, dass solcher der folgenden Etage ζ eingelagert ist; dort liegen die 20 Fuss mächtigen oolithischen Kalksteine über 14 F. Kalkplatten und unter 8 F. Kalkplatten mit Krebsscheeren. Württemb. naturwiss. Jahreshefte, 1857, S. 105.

Astraea caryophylloides Goldf.
. . . . *helianthoides* Goldf.
Agaricia rotata Goldf.
. . . . *foliacea* Quenst.
Maeandrina Sömmeringi Goldf.
Thamnastraea heteromorpha Qst.
. . . . *clausa* Quenst.
Lobophyllia suevica Quenst.
. . . . . . *flabellum* Mich.
Anthophyllum obconicum Goldf.
. . . . *circumvelatum* Qst.
Lithodendron trichotomum Goldf.
. . . . *plicatum* Goldf.
. . . . *dianthus* Goldf.
. . . . *compressum* Goldf.
. . . . *elegans* Goldf.
Explanaria alveolaris Goldf.
Apiocrinus mespiliformis Goldf.
. . . . . *rosaceus* Goldf.
. . . . . *Milleri* Goldf.
. . . . . *echinatus* Goldf.
Pentacrinus Sigmaringensis Qnst.
Solanocrinus costatus Goldf.
Sphaerites pustulatus Quenst.
. . . . . *scutatus* Quenst.
Asterias jurensis Goldf.
Cidaris marginata Goldf.
. . . . *coronata* Goldf.
. . . . *elegans* Goldf.
. . . . *Blumenbachi* Goldf.
. . . . *nobilis* Münst.
. . . . *crenularis* Goldf.
. . . . *serialis* Goldf.
. . . . *conoidea* Quenst.
Acrocidaris formosa Ag.
Diadema subangulare Goldf.
Echinus lineatus Goldf.
. . . . *granulosus* Goldf.
. . . . *sulcatus* Goldf.
Galerites depressus Goldf.
Disaster carinatus Goldf.
Terebratula trilobata Ziet.
. . . . . *inconstans* Sow.
. . . . . *pectunculoides* Schl.
. . . . . *loricata* Bronn
. . . . . *pectunculus* Schl.
. . . . . *trigonella* Schl.
. . . . . *pentagonalis* Bronn
. . . . . *lagenalis* Schl.
. . . . . *insignis* Ziet.
Ostrea hastellata Schl.
. . . . *gregaria* Sow.
Gryphaea alligata Quenst.
Exogyra spiralis Goldf.
. . . . *plana* Quenst.
. . . . *virgula* Sow.
Lima tegulata Goldf.
Pecten subarmatus Goldf.
. . . . *subtextorius* Goldf.
. . . . *subspinosus* Quenst.
Trichites giganteus Quenst.
Arca trisulcata Goldf.
Isoarca cordiformis Ziet.
Opis cardissoides Goldf.
. . . *lunulata* Goldf.
Nerinea depressa Voltz
. . . . *grandis* Voltz
. . . . *punctata* Voltz
. . . . *Mandelslohi* Bronn
. . . . *suprajurensis* Voltz
. . . . *Gosae* Röm.
. . . . *Römeri* Goldf.
Pleurotomaria Agassizi Goldf.
Ammonites bispinosus Ziet.
Aptychus laevis Mey.
Serpula gordialis Goldf. und andere Species von *Serpula*
Prosopon rostratum.

Auch finden sich Zähne, von *Sphaerodus gigas*, von *Strophodus*, von *Notidanus*, Reste von Schildkröten, von *Dakosaurus*, *Pliosaurus*, *Teleosaurus* und *Ichthyosaurus*.

6. **Weisser Jura ζ. Plattenkalksteine.** Ueber den fast ungeschichteten, hellfarbigen Gesteinen der vorigen Etage folgen andere Gesteine, welche sich sowohl durch ihre höchst vollkommene Schichtung, als auch durch ihre dunklere Farbe recht auffallend unterscheiden. Es sind nämlich nach unten dünnschichtige, ja sogar dünn plattenförmige, thonige Kalksteine, welche oft zu einem vollkommenen Mergelthone zerwittern, auch nicht selten mit dunkeln, pentakrinitenhaltigen Thonmergeln abwechseln, bisweilen sogar (wie bei Gussenstadt und Münsingen) von einer 20 bis 30 Fuss starken Thonablagerung unterteuft werden; nach oben aber folgen hellgelbe, reinere Plattenkalksteine,

in denen überall die Scheeren eines kleinen Krebses vorkommen, weshalb Quenstedt für diese Gesteine den Namen Krebsscheerenkalk vorschlägt. In den tieferen Schichten kommen auch noch zum Theil die Spongiten und die verkieselten Muscheln der unterliegenden Etage vor. Die Oberfläche der verwitterten Platten ist, nach der Beobachtung von Rogg, sehr häufig mit bindfadenbreiten, in einander einmündenden Furchen versehen.

Diese Plattenkalksteine erlangen stellenweise bis 100 Fuss Mächtigkeit, lassen sich auf der ganzen schwäbischen Alp verfolgen, liegen überall auf den Dolomiten oder körnigen Kalksteinen, und sind in aller Hinsicht als das vollkommene Aequivalent der im benachbarten Franken vorkommenden Pappenheimer Kalkschiefer charakterisirt, mit denen sie auch jenseit des Ries über Monheim im unmittelbaren Zusammenhange stehen. Ihre Lagerungsverhältnisse sind eigenthümlich; denn obwohl sie über den Gesteinen der vorhergehenden Etage liegen, so ziehen sie sich doch bisweilen in die Thäler hinab. deren Gehänge von diesen Gesteinen gebildet werden, oder umgeben einzelne Kuppen derselben in mantelförmiger Umlagerung, so dass die Berggipfel der plumpen Felsenkalke inselartig über die Kalkschiefer hinausragen.

Als einige der wichtigsten Fossilien nennt Quenstedt:

Belemnites hastatus Blainv.
Astarte minima Phill.
Mytilus amplus Sow.
Trigonia suevica Quenst.
Pholadomya donacina Goldf.
Venus suevica Goldf.
Pecten nonarius Quenst.
. . . . *subarmatus* Goldf.
Tellina zeta Quenst.
Goniomya marginata Ag.
Goniomya ornata Goldf. sp.
Terebratula pentagonalis Bronn
. . . . . *inconstans* Sow.
Turbo limosus Quenst.
Cerithium diadematum Quenst.
Ammonites planulatus Schl.
. . . . . *inflatus* Rein.
. . . . . *bispinosus* Ziet.
Aptychus laevis Mey.
Pagurus suprajurensis Quenst.

Vorzüglich interessant sind die Plattenkalksteine von Nusplingen, wo sie zwar nur 30 bis 40 Fuss mächtig liegen, aber einen grossen Reichthum von Fossilien beherbergen, um deren genauere Kenntniss sich Fraas sehr verdient gemacht hat, durch dessen Untersuchungen die Identität dieser Kalksteine mit jenen von Solnhofen ausser allen Zweifel gestellt worden ist. Vergl. dessen Abhandlung in den Württemb. naturwiss. Jahresheften, 1855, S. 77 f.

In Franken zeigt der weisse Jura noch eine sehr übereinstimmende Gliederung mit derjenigen, welche uns Quenstedt in Schwaben kennen gelehrt hat. Auch dort wird die untere Abtheilung vorwaltend von Kalkmergeln und wohlgeschichteten weissen Kalksteinen gebildet, über denen sich dann die mittlere Abtheilung mit dichten, oft massigen Kalksteinen ausbreitet, welche reich an planulaten Ammoniten, an Spongiten und Korallen sind. Allein diese Abtheilung ist es gerade, welche dort in ihrem oberen Theile einen eigenthümlichen Charakter entfaltet, indem sie in jene mächtigen Dolomit-Ablagerungen übergeht (S. 902), welche nach Leopold v. Buch keine neu eintretende Etage, sondern nur eine Modification des Kalksteins repräsentiren.

Als dritte Abtheilung erscheinen endlich in der südlichen Region des

fränkischen Jura, als unmittelbare Fortsetzung der schwäbischen Plattenkalksteine, jene durch ihre herrlichen lithographischen Steine und durch die grosse Menge von eigenthümlichen Fossilien (Krebsen, Insecten, Fischen, Pterodactylen) berühmten Kalkschiefer von Solnhofen und Pappenheim, welche meist dem Dolomite aufgelagert sind, dabei dieselben merkwürdigen Lagerungsverhältnisse zeigen, wie die Plattenkalksteine in Schwaben, und (erst nach der Dolomitisirung der unterliegenden Etage) höchst wahrscheinlich in geschlossenen Meeresbecken, innerhalb der, bis nahe an die Oberfläche des Meeres heraufgebauten Korallenriffe abgesetzt worden sind. »Der, durch solche Localverhältnisse bedingten vollkommenen Ruhe des Gewässers verdanken die Plattenkalksteine eben so die Eigenthümlichkeit ihres Gesteins, wie die eigenthümlichen organischen Einschlüsse.« Ueber ihnen liegen bei Mörnsheim und Solnhofen andere dickbänkige Kalksteine, welche noch gefaltete Terebrateln und Spongiten umschliessen*). Mit diesen Plattenkalksteinen stehen nun andere Kalksteine in sehr naher Beziehung, welche in den Donaugegenden bei Regensburg, Kelheim, Hemmau, Ingolstadt und Neuburg auftreten, durch eine eigenthümliche Fauna mit *Diceras arietinum*, *Pinna ampla*, *Pterocera Oceani* und vielen Species von *Nerinea* ausgezeichnet, und, nach jener besonders charakteristischen Muschel, Diceraskalksteine genannt worden sind.

Fraas erklärte diesen Diceraskalkstein schon früher für ein Aequivalent oder eine eigenthümliche Facies des Plattenkalksteins. Neuerdings modificirte er diese Ansicht dahin, dass der Diceraskalkstein in das System der Plattenkalksteine gehört. Bei Ober-Stotzingen in Württemberg ist nämlich eine kieselige Oolithbank mit *Diceras Lucii*, mit Asträen und Cidariten entdeckt worden, welche von Plattenkalksteinen unterteuft und bedeckt wird. Württemb. naturwiss. Jahreshefte, 1860, S. 127.

Dass nun aber diese Plattenkalksteine Schwabens und Frankens wirklich ein Aequivalent des Kimmeridgethons anderer Länder bilden, d. h. dass sie ein zwar gleichzeitiges, jedoch unter ganz anderen Verhältnissen, daher auch mit einer ganz anderen Facies ausgebildetes Schichtensystem darstellen, diess ist wohl sehr wahrscheinlich, weil sie genau die bathrologische Stellung des Kimmeridgethons behaupten, und weil sich sogleich jenseits des Rheins, bei Aarau, Solothurn und anderen Orten, an ihrer Stelle der Portlandkalkstein mit seinen charakteristischen Eigenschaften einstellt, wie er in England, Frankreich und Nordteutschland an mehren Punkten als die oberste Etage der Juraformation bekannt ist. Ja, bei Cirin in Frankreich wird der Plattenkalkstein vom Portlandkalke bedeckt.

Wenn nun vielleicht die Spongiten- und Korallenkalksteine (δ und ε), diese in Schwaben und Franken vor allen übrigen Gliedern des weissen Jura so ausgezeichneten Bildungen, als eine nur ausserordentlich mächtige und zum Theil ganz eigenthümliche Form des englischen Coralrag gelten könnten, so würden die Etagen α, β und γ als die dem südteutschen Jura eigenthümlichen Aequivalente des Oxfordthons zu betrachten sein.

Aus den Beschreibungen, welche A. Römer, Koch und Dunker, v. Strombeck und F. Römer von der Juraformation des nordwestlichen Teutschland gegeben haben, ergiebt sich, dass solche dort in ihrer Zusammensetzung

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 428 ff.

und Gliederung eine weit grössere Aehnlichkeit mit der englischen Juraformation zeigt, als in Schwaben und Franken; die dem Coralrag entspechende Abtheilung ist in bedeutender Mächtigkeit entwickelt, und wird von anderen Schichten bedeckt, welche paläontologisch und petrographisch als dem Kimmerjdgethone analoge Bildungen charakterisirt sind.

§. 416. *Vergleichung des weissen Jura in Teutschland, Frankreich und England, nach Fraas.*

Auf die Betrachtung der weissen Juraformation Württembergs lassen wir zunächst die interessante Parallele folgen, welche Fraas in der mehrfach citirten Abhandlung zwischen ihren teutschen, französischen und englischen Territorien durchzuführen versucht hat*).

Eine mächtige Entwickelung zeigt die weisse Juraformation besonders in Teutschland, wo sie oft bis über 1000 Fuss stark ist, während sie in England und Frankreich bisweilen kaum 100 Fuss erreicht; was für diese beiden Länder der braune, das ist für Teutschland der weisse Jura, nämlich die, alle anderen Abtheilungen der jurassischen Formationsgruppe überflügelnde Formation. Schon hieraus erhellt die Schwierigkeit einer Parallelisirung der Schichten in diesen verschiedenen Ländern; denn im Einzelnen sind sie sehr abweichend von einander, und es bleiben nur allgemeine Aehnlichkeiten; petrographisch: das Vorherrschen der Kalksteine; paläontologisch: der Reichthum an Korallen und Echiniden, während die Cephalopoden allmälig immer unbedeutender werden.

1. Unterer weisser Jura.

In Schwaben sind es die beiden, im vorigen Paragraph S. 906 unter 1 und 2 beschriebenen Etagen, von welchen die untere durch *Terebratula impressa*, die obere durch *Ammonites polygyratus* und *A. flexuosus* ausgezeichnet ist. Für diese an 600 Fuss mächtige Abtheilung des weissen Jura ist nach Fraas kein Punkt lehrreicher, als der Hundsrücken, ein 2800 Fuss hoher Berg östlich von Balingen, auf der Gränze zwischen Württemberg und Hohenzollern. Am Fusse des Berges bei Streichen stehen die Ornathentone des braunen Jura an; darüber liegen die hellgrauen Thonmergel mit *Terebratula impressa*, und dann die mit Thonschichten wechselnden weissen Kalksteine, reich an planulaten und flexuosen Ammoniten, *Belemnites hastatus* u. a. Fossilien.

In der Schweiz und im französischen Jura findet sich *Terebratula impressa* schon oben in den Ornatenthonen, so dass dort schon die in Schwaben so mächtige Abtheilung auf ein Minimum reducirt erscheint. Von der Bourgogne aus findet sich weiterhin weder von dieser noch von der folgenden Abtheilung eine Spur.

2. Mittler weisser Jura.

Ueber den wohlgeschichteten Kalksteinen haben sich in Schwaben mächtige Spongitenbänke entwickelt, welche zum Theil wieder von regelmässig geschichteten Kalksteinen bedeckt werden. Diese Abtheilung des weissen Jura ist aber dort

*) Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 167 ff.; vergl. auch oben die Anmerkung S. 881.

als eine blose Fortsetzung der unteren zu betrachten; denn *Ammonites planulatus*, *A. flexuosus* und *Belemnites hastatus* setzen fort in den Spongitenkalksteinen, welche zur Bildung des ganzen Alprandes so wesentlich beitragen, und daher eine der wichtigsten Etagen des teutschen Jura ausmachen. Am mächtigsten entwickelt sind sie in Franken und Schwaben; von hier aus lassen sie sich, mit fortwährend abnehmender Mächtigkeit, durch die Schweiz, den Mont-Jura bis in die Bourgogne verfolgen, wo noch bei Châtel-Censoir (Yonne) Spongiten und *Terebratula lacunosa* unmittelbar über dem Forestmarble vorkommen. Weiterhin ist keine Spur mehr von dieser Etage zu entdecken, weder im nördlichen Frankreich, noch in England.

Sonach wären denn dieser mittlere und der mit ihm eng verbundene untere weisse Jura Schwabens als eine vorzugsweise teutsche Bildung zu betrachten, welche im Allgemeinen durch Spongiten, *Terebratula lacunosa* und planulate Ammoniten charakterisirt wird.

3. Oberer weisser Jura.

Die fast ungeschichteten Gesteine des oberen weissen Jura lassen sich aus Franken und Schwaben bis in die Bourgogne verfolgen; nach unten enthalten sie fast gar keine Fossilien, während sich nach oben Korallen, Terebrateln und Echiniden einstellen. Man hat diese für den teutschen Jura so charakteristischen Bildungen mit dem englischen Coralrag verglichen, obgleich der obere weisse Jura in England und Frankreich stets geschichtet ist, und nirgends die massigen Formen und kühnen Felsenriffe zeigt, wie im südlichen und mittleren Teutschland.

Im südlichen England erscheint der Coralrag als ein harter, blaulichgrauer Kalkstein von geringer Mächtigkeit, erfüllt mit Korallen, Cidariten und Muschelfragmenten, und geht nach oben in den mächtigeren *coralline Oolite* über. Er liegt in der Gegend von Oxford unmittelbar auf den dunkelgrauen Oxfordthonen mit *Ammonites ornatus* und *perarmatus*. Im nördlichen England zerfällt der Coralrag in drei Abtheilungen, von denen die untere, der sogenannte *lower calcareous grit*, viele kleine Bivalven, auch noch *Gryphaea dilatata* und Ammoniten des Oxfordthons, aber keine Korallen enthält; darauf folgt der *coralline Oolite*, reich an Korallen und anderen Fossilien, welche auf eine merkwürdige Weise mit denen des teutschen Jura übereinstimmen; der *upper calcareous grit* endlich wird, eben so wie der untere, durch eine Menge kleiner Bivalven und Muschelfragmente charakterisirt.

Aehnlich sind die Verhältnisse in der Normandie, wo sich sowohl bei Caen und Honfleur an der Küste, als auch bei Lisieux im Innern des Landes die weissgelben Oolithkalke des Coralrag, zwar in bedeutender Verbreitung, aber mit geringer Mächtigkeit hinziehen; Radiaten erscheinen dort besonders, und eine Bank voll *Trigonia clavellata* trennt den Coralrag von den unterliegenden *argiles de Dives*.

Und so bildet auch hier, wie im teutschen Jura, der fast gänzliche Mangel an Cephalopoden, und das Vorwalten der Korallen, Radiaten und Bivalven einen gemeinschaftlichen Charakter dieser, in Teutschland noch ausserdem durch den Mangel aller Schichtung ausgezeichneten Etage.

In Franken endigt sie nach oben grösstentheils als eine Dolomitbildung, welche oft noch die Spuren von Korallen, Terebrateln u. a. Fossilien erkennen lässt, und in dem ganzen Striche von Staffelstein bis nach Parsberg von keiner jüngeren Etage der Juraformation bedeckt wird. Weiter südlich, und besonders in der Gegend von Kelheim und Regensburg, da erscheinen jedoch die obersten Massen des Ganzen als ein schneeweisser Kalkstein mit *Diceras arietinum*, *Terebratula inconstans* und anderen, z. Th. oben (S. 913) genannten Fossilien, zu denen sich noch sehr viele Röhrenkorallen gesellen. Ganz dieselben Diceraskalksteine sind auch vielorts in Frank-

reich, im französischen und schweizer Jura vorhanden, während man sie im schwäbischen Jura bisher vergebens suchte*).

Während bis hierher die Analogieen noch ziemlich gross sind, so geben sich weiter aufwärts in verschiedenen Ländern recht auffallende Verschiedenheiten zu erkennen, indem die eigentliche Schluss-Etage des weissen Jura mit mehren zum Theil sehr abweichenden Facies ausgebildet ist. In England erscheint sie als Kimmeridgethon und Portlandkalkstein, von welchen jener besonders durch *Ostrea deltoidea* und *Exogyra virgula*, dieser durch *Ammonites biplex, Buccinum naticoides, Terebra portlandica, Trigonia gibbosa, Pecten lamellosus, Ostrea falcata, Cardium dissimile* u. a. Leitfossilien charakterisirt wird. Im Calvados sind es oolithische Mergelkalksteine und schwarze Thone, beide von geringer Mächtigkeit; in der Bourgogne dagegen, zumal bei Auxerre, gelblichweisse Plattenkalksteine mit *Ammonites gigas* und *Nautilus giganteus*, darüber weisse harte Kalksteine mit *Exogyra virgula*; im französischen und schweizer Jura graulichweisse Thone und Kalksteine mit mancherlei Fossilien, unter denen zumal Pholadomyen und Nerineen hervorragen; in Schwaben und Franken endlich sind es die vorhin beschriebenen Plattenkalksteine mit ihren ganz eigenthümlichen Fossilien.

»In so verschiedene Gruppen und locale Bildungen tritt die letzte jurassische Schicht auseinander. Unwillkürlich denkt man an die erste Schicht, die Arietenbänke des Lias, zurück. Wie hat sich indess die Fauna verändert! Dort eine Ammoniten-Familie in Millionen von Individuen, eine Gryphäen- und Cardinien-Bank mit zahllosen Exemplaren, und diese in einer, sich gleich bleibenden blauen Kalkbank gleichförmig durch alle Länder verbreitet, die nur Jura haben; hier aber zahllose Familien, Geschlechter und Arten aus fast allen Classen der Thierwelt, und manchfaltige, veränderte Schichten, deren Identität in keinem Lande mehr stimmen will! Als Hauptfactor dieser Veränderung tritt unstreitig die Korallenbildung auf. Wo sich keine Korallen finden, wo rein pelagische Niederschläge in ausgedehnten Flächen vorliegen, da zeigt sich nur die Mollusken-Facies, diese Form, welche die meisten jurassischen Schichten charakterisirt; wo aber Korallenriffe wuchsen, da riefen sie die verschiedensten Faunen in's Leben. Schon innerhalb der Korallenbänke verkündet sich das regste Leben kleiner zierlicher Muscheln und Strahlthiere, dann innerhalb des weiteren Kreises der Atolle und Becken eine Menge von Fischen und Krebsen, und an den Ufern die Reptilien, Insekten und Süsswasser-Thiere.« Fraas, im Neuen Jahrb. für Min. 1850, S. 176.

§. 416a. *Vergleichende Uebersicht der weissen Juraformation, nach Oppel.*

Da Alcide d'Orbigny's Eintheilung in vier Etagen auf die englischen Bildungen nicht füglich anwendbar ist, so glaubt Oppel die von Conybeare und Phillips gegebene allgemeine Eintheilung festhalten zu müssen, indem er zunächst zwei Gruppen, nämlich die Oxfordgruppe und die Kimmeridgegruppe unterscheidet. Während nun aber der englische Coralrag ein Glied der Oxfordgruppe ist, so wurde später der Name Coralrag nicht selten auf Korallenkalksteine von neuerer Bildung übertragen, somit die ursprüngliche Bedeutung desselben aufgegeben, und manche Verwirrung in die Eintheilung der

*) Dass man sie auch dort neuerdings gefunden hat, diess ist oben S. 912 erwähnt worden.

Juraformation des Continentes gebracht. Diess ist der Grund, weshalb Oppel in seiner Gliederung den Ausdruck Coralrag vermieden hat*).

Indem Oppel in jeder Gruppe mehre Etagen unterscheidet, gelangt er zu folgender allgemeinen Uebersicht der weissen Juraformation:

I. Oxfordgruppe. (Weisser Jura α, β, γ und δ z. Th.)

1. Zone des *Ammonites biarmatus.*
2. Spongitenkalke.
3. Zone der *Cidaris florigemma.*

II. Kimmeridgegruppe. (Weisser Jura δ z. Th., ε und ζ.)

4. Zone des *Diceras arietinum***).
5. Zone der *Astarte supracorallina.*
6. Zone der *Pterocera Oceani.*
7. Zone der *Trigonia gibbosa.*

Wir wenden uns nun zu einer Betrachtung dieser verschiedenen Abtheilungen.

I. Oxfordgruppe (Oxfordthon und Coralrag).

Diese Gruppe entspricht ziemlich genau dem *Etage oxfordien* von Alcide d'Orbigny und Quenstedt's weissem Jura α, β, γ mit einem Theile von δ. Obgleich nun mehre Species aus der oberen Etage der Doggerformation in die Oxfordgruppe, und wiederum andere aus dieser Gruppe in die Kimmeridgegruppe heraufgehen, so lässt sich doch in der Regel eine Unterscheidung beider Gruppen nach paläontologischen Merkmalen recht wohl durchführen. Dagegen sind die einzelnen Etagen der Oxfordgruppe durch ihre Fossilien nicht immer ganz streng geschieden, wie denn überhaupt im weissen Jura die Zonen oder Stufen weniger durch einzelne Species, als durch grössere Complexe von Fossilien charakterisirt zu sein pflegen. Dazu kommt noch, dass die obere Hälfte der Oxfordgruppe mit zwei sehr verschiedenen Facies ausgebildet ist, welche, trotz ihres beiderseitigen Reichthums an Fossilien, doch nur sehr wenige Species gemein haben.

Die Oxfordgruppe lässt sich nach Oppel in zwei oder drei Zonen eintheilen. Die erste, unmittelbar über den Ornatenthonen des braunen Jura folgende und sehr leicht erkennbare Zone wird durch das erstmalige Auftreten von *Ammo-*

*) Oppel, die Juraformation u. s. w. S. 599 ff., aus welchem Werke der Inhalt dieses Paragraphen entlehnt ist. Ueber den weissen Jura des Kanton Basel gab Alb. Müller eine lehrreiche Darstellung in den Verhandlungen der naturf. Ges. zu Basel, III, 1861, S. 88 ff. Ebendaselbst S. 48 steht eine interessante Abhandlung über den weissen Jura von Oberbuchsiten von Cartier, aus welcher sich ergiebt, dass dort, mit Ausnahme der Etage ζ, alle von Quenstedt aufgeführten Etagen vorhanden sind.

**) Oppel lässt die Stellung dieser Zone noch ungewiss; indessen dürften wohl mehr Gründe vorliegen, sie mit der Kimmeridgegruppe zu vereinigen, als in die Oxfordgruppe zu stellen.

nites biarmatus, *A. perarmatus*, *A. cordatus* und *A. cristatus* charakterisirt. Darüber erscheinen nun andere Schichten, welche zum Theil eine sehr abweichende Facies darbieten, indem sie einestheils als Spongitenkalke, anderntheils als korallenführende Oolithe mit *Cidaris florigemma* (*Oxford-Oolite, Calcareous grit, terrain à chailles*) ausgebildet sind. Da nun sowohl die Spongitenkalke als auch die korallenführenden Schichten in vielen Fällen allein auftreten, in einigen Fällen aber die ersteren von den letzteren überlagert werden, so lassen sie sich entweder als gegenseitige Vertreter, oder auch als selbständige Etagen einführen, wie solches in vorstehender Uebersicht geschehen ist.

1. Zone des *Ammonites biarmatus*. Wie gering auch bisweilen die Mächtigkeit dieser Zone ist, so liefert sie doch einen sehr wichtigen Horizont, ohne welchen wir einen der sichersten Anhaltpunkte bei dem Studio der Juraformation verlieren würden.

Als besonders bezeichnende Fossilien derselben nennt Oppel

Ammonites biarmatus Ziet.
. . . . . *cristatus* Sow.
. . . . . *oculatus* Phill.
. . . . . *Lamberti* Sow.
. . . . . *cordatus* Sow.
. . . . . *perarmatus* Sow.
. . . . . *plicatilis* Sow.
. . . . . *Eugeni* Orb.
. . . . . *Henrici* Orb.
. . . . . *Mariae* Orb.
. . . . . *Sutherlandiae* Murch.
. . . . . *Lalandeanus* Orb.
Aptychus heteropora Thurm.
Belemnites hastatus Blainv.
Gryphaea dilatata Sow.
Pecten fibrosus Sow.
Terebratula impressa Buch
Rhynchonella spinulosa Opp.
. . . . . . *Thurmanni* Voltz
Diadema superbum Ag.
Asterias jurensis Goldf.
Pentacrinus pentagonalis Goldf.
Millericrinus aculeatus Orb.
. . . . . . *horridus* Orb.
Turbinolia Delmontana Thurm.
Lamna longidens Ag.

An der schwäbischen Alp beginnt diese Zone mit grauen Thonen voll *Belemnites hastatus*, denen Kalkstein-Nieren mit *Ammonites Lamberti*, *A. cordatus*, *A. biarmatus* und *A. perarmatus* eingelagert sind. Weiter aufwärts erlangen diese Thone eine bedeutende Mächtigkeit, werden jedoch von vielen Kalksteinschichten unterbrochen, welche allmälig immer zahlreicher werden, immer näher an einander rücken, bis endlich die Thonlagen verschwinden. Für diese oberen Thone ist besonders *Terebratula impressa* sehr bezeichnend, zu welcher sich *Lamna longidens*, *Belemnites unicanaliculatus*, *Ammonites serratus*, *A. plicatilis*, Kieskerne mehrer Gastropoden, *Plicatula impressa*, *Rhynchonella spinulosa*, *Asterias jurensis*, *Pentacrinus subteres* und andere Species gesellen.

Im Schweizer Jura erscheinen bei Chatillon unweit Delémont, blaulichgraue Thone mit zahlreichen verkiesten Ammoniten, mit *Lamna longidens*, *Belemnites hastatus*, *Terebratula impressa* u. s. w., welche jedoch bei Oensingen, Trimbach und an der Egg bei Aarau durch Eisenoolithe und Thoneisensteine ersetzt werden, in denen sich eine Abtrennung der Zone des *Ammonites anceps* und *athleta* von der Zone des *A. biarmatus* kaum durchführen lässt.

Für Frankreich sind besonders die Beobachtungen von Marcou über die Gegend von Salins sehr lehrreich. Ueber den Eisenoolithen, welche dort den braunen Jura beschliessen, folgen 50 Fuss mächtige graue Thone, welche Marcou sehr richtig als *marnes oxfordiennes* einführte, weil sie den englischen Oxfordthon

repräsentiren und durch ihre Fossilien, unter denen sich auch *Gryphaea dilatata* befindet, als das Aequivalent der Zone des *Ammonites biarmatus* charakterisirt werden. — Im Dép. der oberen Saône finden sich nach Thirria, etwa 100 Fuss mächtig, Mergel und mergelige Kalksteine, an deren Basis oolithische Eisenerze vorkommen. Bei Belfort im Dép. du Haut Rhin erscheinen nach Köchlin-Schlumberger mergelige Thone mit verkiesten Ammoniten. In den Umgebungen des Bassins von Paris sind es theils oolithische Eisenerze, wie bei Etivey (Yonne), bei Chatillon sur Seine (Côte d'Or), bei Neuvizi und Vieil-St.-Remy (Ardennen), theils dunkelfarbige Thone, wie in den Dépp. der Maas und des Pas de Calais, theils eben dergleichen Thone mit blaulichgrauen Mergeln, und einem Lager braunoolithischen Kalksteins, welche die Zone besonders charakterisiren, wie zwischen Dives und Villers im Calvados.

Jenseits des Kanals tritt der eigentliche Oxfordthon in Dorsetshire über 250 F. mächtig auf, nach unten mit vielen und grossen Septarien, mit *Ammonites cristatus*, *A. cordatus*, *Gryphaea dilatata*; von dort lässt er sich durch Wiltshire, Oxfordshire, Bedfordshire u. s. w. bis nach Yorkshire verfolgen, wo er noch 150 Fuss mächtig, aber eben so deutlich vom Kellowayrock wie vom *lower calcareous grit* gesondert ist.

{2. Spongitenkalk, und
{3. Zone der *Cidaris florigemma*.

Da sich diese höheren Schichten der Oxfordgruppe in verschiedenen Ländern nach zwei verschiedenen Typen entwickelt haben, so stellt Oppel solche in zwei parallelen Abtheilungen neben einander. Der eine Typus wird durch die Spongitenkalksteine der schwäbischen Alp, der andere durch den englischen Coralrag oder auch durch das *terrain à chailles**) vertreten; jenes ist der schwäbische, dieses der englische Typus.

2. Spongitenkalkstein. Marcou war der Erste, welcher diese Kalksteine des französischen Jura unter dem Namen *Etage argovien* der Oxfordgruppe eingereiht hat. Sie treten gewöhnlich im Gefolge hellfarbiger thoniger Kalksteine auf, und lassen meist noch an ihrer Basis die Zone des *Ammonites biarmatus* erkennen, während in der Regel die Schichten des *terrain à chailles* oder auch jene Oolithe vermisst werden, welche in England die Zone der *Cidaris florigemma* bilden. Dennoch giebt es Ausnahmen von dieser Regel, indem diese letztere Zone in einigen Gegenden deutlich über den Spongitenkalksteinen abgelagert ist.

Als die am meisten verbreiteten Fossilien führt Oppel die folgenden Species auf:

Belemnites unicanaliculatus Hartm.	*Ammonites tortisulcatus* Orb.
Nautilus aganiticus Schl.	. . . . . *colubrinus* Rein.
Ammonites canaliculatus Münst.	. . . . . *Witteanus* Opp.
. . . . . *tenuilobatus* Opp.	. . . . . *polygyratus* Rein.
. . . . . *canaliferus* Opp.	. . . . . *polyplocus* Rein.
. . . . . *pictus* Schl.	. . . . . *involutus* Quenst.
. . . . . *trimarginatus* Opp.	. . . . . *striolaris* Rein.
. . . . . *serratus* Sow.	. . . . . *Babeanus* Orb.

*) Vergl. wegen dieses Ausdruckes die Anmerkung S. 899.

Ammonites Ruppelensis Orb.
. . . . . *platynotus* Rein.
. . . . . *bispinosus* Ziet.
. . . . . *Altenensis* Orb.
. . . . . *flexuosus* Münst.
. . . . . *Strombecki* Opp.
. . . . . *falcula* Quenst.
. . . . . *nudatus* Opp.
. . . . . *crenatus* Brug.
Pleurotomaria cincta Münst.
Pholadomya acuminata Ziet.
Isoarca transversa Münst.
Nucula Dewalquei Opp.
Mytilus tenuistriatus Goldf.
Lima substriata Goldf.
Avicula lacunosae Quenst.
Hinnites velatus Orb.
Ostrea Römeri Quenst.
Terebratula nucleata Schl.
. . . . . *bisuffarcinata* Schl.
. . . . . *Kurri* Opp.
. . . . . *substriata* Schl.
. . . . . *loricata* Schl.
Megerlea pectunculus Schl.
Rhynchonella lacunosa Schl.
. . . . . . *sparsicosta* Opp.
. . . . . . *triloboides* Quenst.
. . . . . . *striocincta* Quenst.
. . . . . . *strioplicata* Quenst.
Crania intermedia Goldf.
Magnosia decorata Ag.
Cidaris coronata Goldf.
. . . *filograna* Ag.
. . . *propinqua* Goldf.
Pseudodiadema Langi Des.
. . . . *aequale* Ag.
Holectypus Mandelslohi Des.
Disaster carinatus Ag.
Comatula scrobiculata Orb.
Eugeniacrinus caryophyllatus Goldf.
. . . . . . *nutans* Goldf.
. . . . . . *moniliformis* Goldf.
. . . . . . *Hoferi* Goldf.
. . . . . . *compressus* Goldf.
Plicatocrinus hexagonus Münst.
. . . . . . *pentagonus* Münst.
Pentacrinus subteres Goldf.
. . . . . *cingulatus* Goldf.

Dazu gesellen sich nun besonders zahlreiche Amorphozoën oder Spongiten, deren Namen zum Theil oben, S. 908 und 909, nach Quenstedt angegeben worden sind.

In der schwäbischen Alp liegen über den Thonen und Mergeln mit *Terebratula impressa* die mächtigen, hellfarbigen, geschichteten Kalksteine, welche die Basis der ganzen Ablagerung ausmachen. Der Uebergang aus jenen in diese entwickelt sich ganz allmälig durch eine Wechsellagerung, in welcher nach unten die Mergel, nach oben die Kalksteine vorherrschen, während in der Mitte beide mit einander alterniren. Auf die Kalksteine folgen endlich jene theils thonigen, theils rein kalkigen Schichten, welche durch ihren Reichthum an Spongiten, Echinodermen, Brachiopoden und Ammoniten so ausgezeichnet sind, und gleichfalls eine bedeutende Mächtigkeit erlangen. Es unterliegt keinem Zweifel, sagt Oppel (a. a. O. S. 677), dass der *lower calcareous grit* Englands, sowie das demselben entsprechende *terrain à chailles* Frankreichs hier durch Spongitenkalke vertreten werden; die Verschiedenheit der Facies brachte es jedoch mit sich, dass die Korallenkalke mit *Cidaris florigemma*, welche sich allen Analogieen nach in der Ober-Region der Spongitenkalke, oder noch etwas höher entwickelt haben würden, hier fehlen und durch anders ausgebildete Schichten ersetzt werden.

Im Schweizer Jura, in den Kantonen Aargau und Solothurn, da sind die Verhältnisse der Spongitenkalke zu dem *terrain à chailles* schon etwas bestimmter ausgesprochen, wie solches zuerst von Gressly erkannt wurde, welcher beide als verschiedene Facies einer und derselben Bildung betrachtete. Während im Mont Terrible und in dessen nördlichen Parallelzügen das *terrain à chailles* vorhanden ist, so fand Oppel in der Kette des Weissensteins, des Hauensteins und anderwärts im Aargau die Spongitenkalke immer genau an der Stelle, wo der Analogie nach das *terrain à chailles* zu erwarten gewesen wäre. Die Zone des *Ammonites biarmatus* bildet die Unterlage von beiden, wird aber unter dem *terrain à chailles* durch Thon, unter den Spongitenkalken durch Eisenoolithe charakterisirt. Ueber

den Spongitenkalken folgt dann eine mächtige Ablagerung von theils oolithischen, theils dichten, festen Kalksteinen, deren paläontologische Deutung noch nicht überall sicher gestellt ist. Die organischen Ueberreste der Spongitenkalke des Schweizer Jura stimmen aber vollkommen überein mit jener der schwäbischen Alp.

Im Département des Jura gestalten sich jedoch die Verhältnisse etwas anders, wie aus den trefflichen Darstellungen von Marcou hervorgeht*). Sein *groupe argovien* oder *oxfordien supérieur*, welcher, bei 30 Meter Mächtigkeit, aus wechsellagernden thonigen Mergeln und dichten blaulichen Kalksteinen besteht, enthält, ausser den an der Basis auftretenden Spongiten, noch manche Species, welche das *terrain à chailles* charakterisiren, wie z. B. *Ammonites cordatus, Pecten fibrosus, Gryphaea dilatata, Trigonia clavellata, Pholadomya exaltata, Ph. parcicosta* und *Disaster propinquus.* Darüber aber findet sich in Marcou's *groupe corallien* die Zone der *Cidaris florigemma* auf das Deutlichste entwickelt, so dass hier beide Facies ganz entschieden über einander getroffen werden; was wohl beweisen dürfte, dass die Spongitenfacies dort sehr bald durch die Korallenfacies verdrängt wurde. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich im Département Côte d'Or.

3. Zone der *Cidaris florigemma.* Den Namen dieser Zone wählte Oppel deshalb, weil ihre durch *Cidaris florigemma* Phill., durch zahlreiche andere Echiniden und durch viele Korallen ausgezeichneten Schichten einen Horizont bilden, dessen paläontologische Charaktere sich in vielen Gegenden wieder zu erkennen geben.

Als die wichtigsten Fossilien werden von ihm unter anderen aufgeführt:

Belemnites hastatus Blainv.
. . . . . *excentralis* Young
Ammonites cordatus Sow.
. . . . . *plicomphalus* Sow.
. . . . . *plicatilis* Sow.
. . . . . *perarmatus* Sow.
. . . . . *Williamsoni* Phill.
Aptychus politus Phill.
. . . . *antiquatus* Phill.
Chemnitzia Heddingtonensis Sw.
. . . . . *melanoides* Phill.
Natica cincta Phill.
Turbo Meriani Goldf.
Phasianella striata Sow.
Cerithium Russiense Orb.
Fusus Haccanensis Phill.
Bulla elongata Phill.
Pholas recondita Phill.
Panopaea sinuosa Röm.
. . . . . *laevigata* Phill.
Pholadomya canaliculata Röm.
. . . . . . *cingulata* Ag.
. . . . . . *exaltata* Ag.
. . . . . . *parcicosta* Ag.
Goniomya literata Sow.
Thracia pinguis Ag.
Lyonsia sulcosa Ag.
Opis Phillipsiana Orb.
Astarte ovata Phill.
. . . . *extensa* Phill.
. . . . *aliena* Phill.
Sowerbya crassa Orb.
Cardium lobatum Phill.
Trigonia clavellata Park.
. . . . . *spinifera* Orb.
Lucina ampliata Phill.
Corbis laevis Sow.
Arca subpectinata Orb.
. . . *aemula* Phill.
. . . *Helecita* Orb.
Pinna lanceolata Sow.
Lima rigida Sow.
. . . *laeviuscula* Sow.
Avicula expansa Phill.
Gervillia aviculoides Sow.
Perna mytiloides Lam.
Pecten subfibrosus Orb.
. . . . *biplex* Buv.
. . . . *inaequicostatus* Phill.
. . . . *vimineus* Sow.

*) *Lettres sur les roches du Jura*, 1857, p. 87 ff.

Gryphaea dilatata Sow.	*Pseudodiadema versipora* Phill.
Ostrea gregaria Sow.	*Glypticus hieroglyphicus* Goldf.
Terebratula bucculenta Sow.	*Pedina sublaevis* Ag.
. . . . . *Delmontana* Opp.	*Stomechinus perlatus* Desm.
. . . . . *Galiennei* Orb.	. . . . . . *gyratus* Ag.
. . . . . *insignis* var.	*Pygaster umbrella* Ag.
Rhynchonella Thurmanni Voltz	*Holectypus arenatus* Des.
. . . . . . *Arduennensis* Opp.	*Collyrites bicordata* Leske
Cidaris florigemma Phill.	*Echinobrissus scutatus* Lam.
. . . . *coronata* Goldf.	. . . . . . *micraulus* Ag.
. . . . *Smithi* Wright	*Pygurus pentagonalis* Phill.
Hemicidaris intermedia Wright	. . . . . *Blumenbachi* Koch
. . . . . *crenularis* Lam.	*Asterias arenicolus* Goldf.
Pseudodiadema mamillanum Röm.	*Millericrinus echinatus* Orb. in vielen Varietäten
. . . . *placenta* Ag.	
. . . . *hemisphaericum* Ag.	. . . . . . *Greppini* Opp.

Man sieht schon aus dieser Liste, welche wichtige Rolle die Echinodermen spielen zu ihnen gesellen sich oft noch zahlreiche Korallen, welche mitunter zu förmlichen Bänken angehäuft sind.

Ueber die verschiedene Ausbildungsweise dieser Zone giebt Oppel folgende Bemerkungen. Bei Kandern im Grossherzogthum Baden wird sie, bei 120 Fuss Mächtigkeit, von Thon und Mergel gebildet, denen theils Bänke, theils Nieren von Kalkstein eingelagert sind, welche letztere, weil oft sehr kieselreich, Kieselnieren-Kalke genannt wurden.

Im Schweizer Jura, wie namentlich im Mont Terrible, im Vellerat und Raymeux, tritt die Oxfordgruppe überhaupt in den zahlreichen Clusen häufig mit steilen Gehängen auf, welche von dem *terrain à chailles* gebildet werden. Dieses von Thurmann und Thirria so benannte Terrain liegt unmittelbar über dem Oxfordthon, und besteht anfangs aus fossilarmen Thonen, welche weiter aufwärts *Rhynchonella Thurmanni, Ammonites cordatus, A. perarmatus, A. plicatilis* und andere Fossilien enthalten, worauf dann theils kalkige, theils sandige Schichten und endlich feste, z. Th. oolithische Kalksteine mit vielen Kiesel-Concretionen (*chailles*) und mit zahlreichen verkieselten Korallen, Echinodermen, Brachiopoden und Conchiferen folgen. Die Mächtigkeit der ganzen Bildung steigt bis 100 Fuss. Sonach bilden hier der obere Theil des *terrain à chailles* und der untere Theil des Coralrag die durch *Cidaris florigemma, Hemicidaris crenularis* und *Glypticus hieroglyphicus* charakterisirte Zone.

In einigen dem Schweizer Jura nahe liegenden Gegenden Frankreichs stimmen die Verhältnisse noch ziemlich mit den so eben geschilderten überein, wie die Beschreibungen des Dép. du Haut Rhin von Köchlin-Schlumberger und des Dép. de la Haute Saône von Thirria lehren. Im Dép. des Jura aber, da finden sich schon Spongitenkalke in enger Verbindung mit der Zone des *Cidaris florigemma.* Auch im Dép. der Yonne wird die Zone nach unten von Kalkstein mit Kiesel-Concretionen, nach oben von weissem oolithischen Kalkstein gebildet, wobei sich nach Cotteau die Ammoniten nur in den untersten, die Echinodermen nur in den obersten Schichten vorfinden. Im Dép. Côte d'Or bei Chatillon sur Seine besteht nach Beaudouin die gegen 300 Fuss mächtige Ablagerung aus Mergeln mit vielen Geoden und aus Kalkstein; doch sind die paläontologischen Angaben nicht genügend, um daraus sichere Schlüsse ziehen zu können; interessant ist das Vorkommen einer Spongitenbank ganz nahe an der Basis des Schichtensystems. Aus den Départements der Maas und der Ardennen hat Hébert die Zone beschrieben. An

den Nordküsten Frankreichs endlich, im Calvados und am Pas de Calais, lässt sie bereits grosse Analogieen mit den in England vorliegenden Verhältnissen erkennen, so dass man dort über den Oxfordmergeln einen unteren *calcareous grit*, einen *Coralrag* und einen oberen *calcareous grit* zu unterscheiden vermag.

Die so eben genannten drei Bildungen wurden von Conybeare und Phillips als die Glieder der oberen Hälfte der mittleren Juraformation Englands eingeführt. Der untere *calcareous grit* besteht aus sandigen Thon- und Kalkbänken mit Austern, Gryphäen, Gervillien, Trigonien, auch *Ammonites cordatus*, *A. perarmatus* und *A. plicatilis*. Der Coralrag, (auch *Coralline Oolite* oder *Oxford-Oolite* genannt) besteht theils aus Korallenkalkstein, theils aus oolithischem Kalkstein, welcher letztere sehr gute Bausteine liefert und daher vielorts gebrochen wird; seine zahlreichen organischen Ueberreste charakterisiren diesen Coralrag ganz besonders als die Zone der *Cidaris florigemma*. Der obere *calcareous grit* endlich stellt eine Abwechslung von sandigen Kalksteinen und thonigen Lagern dar, stimmt also petrographisch mit dem gleichnamigen unteren Gliede überein, scheint aber paläontologisch vom Coralrag nicht verschieden zu sein.

II. Kimmeridgegruppe.

Diese Gruppe begreift den Kimmeridgethon und den Portlandkalk Englands sowie alle diejenigen Bildungen des Continentes, welche nach ihrer bathrologischen Stellung und nach ihren organischen Ueberresten als die Aequivalente jener beiden englischen Etagen erkannt worden sind.

Es lässt aber diese Gruppe besonders zwei wesentlich verschiedene Facies unterscheiden, welche sich nicht nur in der Gesteinsbeschaffenheit, sondern auch in den Fossilien zu erkennen geben. Die erste, in England und an den Nordküsten Frankreichs vorliegende Facies wird durch das Auftreten einer mächtigen Thonbildung charakterisirt, über welcher Sand und Kalkstein liegen; die zweite, in den meisten übrigen Territorien der französischen Juraformation, in der Schweiz und in Nordteutschland ausgebildete Facies besteht vorwaltend aus mergeligen oder thonigen Kalksteinen, welche mit reinen, dichten oder oolithischen Kalksteinen abwechseln. Diese verschiedene Gesteinsbeschaffenheit hat bisweilen Veranlassung gegeben, dass in den letztgenannten Ländern der untere Theil der Gruppe unter dem Namen Astartenkalk von der Kimmeridgegruppe getrennt und mit den vorausgehenden Bildungen vereinigt worden ist. Neuerdings haben sich jedoch Buvignier, Hébert, Marcou und Contejean*) für den Synchronismus dieser Schichten mit der unteren Abtheilung des Kimmeridgethons ausgesprochen.

Da es noch nicht überall gelungen ist, die Kimmeridgegruppe in eine grössere Anzahl scharf bestimmter geognostischer und paläontologischer Horizonte einzutheilen, so unterscheidet Oppel einstweilen nur drei Glieder, nämlich die Zone der *Astarte supracorallina*, die Zone der *Pterocera Oceani* und die Zone der

*) Vergl. dessen Abhandlung vom Jahre 1861 (in *l'Institut*, t. 29, p. 229 ff.), welche nicht nur eine sehr specielle Gliederung der Kimmeridgegruppe der Gegend von Montbéliard, sondern auch eine interessante Vergleichung derselben mit ihren anderweitigen Vorkommnissen enthält.

Trigonia gibbosa, von welchen die mittlere die grösste Mächtigkeit und Verbreitung erlangt. Wahrscheinlich gehört aber auch die Zone des *Diceras arietinum* mit in diese Gruppe, weshalb wir ihre Betrachtung zunächst folgen lassen.

4. Zone des *Diceras arietinum*. Diese, meist auf der Gränze der Oxfordgruppe und Kimmeridgegruppe auftretende Zone erreicht ihre grösste Verbreitung in den französischen und schweizer Territorien der Juraformation; auch ist sie in den Donau-Gegenden bei Regensburg bekannt, wogegen sie in England gänzlich vermisst wird. Gewöhnlich zeigt sie, neben der charakteristischen Muschel *Diceras arietinum*, auch eine Menge Nerineen und Korallen, weshalb sie oft als Nerineenkalkstein, oder als ein *Etage corallien* aufgeführt worden ist, welcher jedoch nicht mit dem englischen Coralrag verwechselt werden darf. Oppel liess es noch dahingestellt, ob sie zur Oxfordgruppe oder zur Kimmeridgegruppe gestellt werden soll, und betrachtete sie daher einstweilen noch isolirt.

Von ihren sehr zahlreichen Fossilien hebt er folgende hervor:

Chemnitzia Cornelia Orb.
. . . . . *Clytia* Orb.
Nerinea Mandelslohi Bronn
. . . . *depressa* Voltz
. . . . *Jollyana* Orb.
. . . . *Cottaldina* Orb.
. . . . *Calypso* Orb.
. . . . *Visurgis* Röm.
. . . . *Desvoidyi* Orb.
. . . . *Mosae* Orb.
Natica grandis Goldf.
. . . . *Dejanira* Orb.
Neritopsis decussata Goldf. sp.
. . . . . *cancellata* Stahl sp.
Nerita corallina Orb.
Trochus angulatoplicatus Goldf.
Turbo princeps Röm.
. . . *substellatus* Orb.
. . . *subfunatus* Goldf.
. . . *tegulatus* Goldf.
. . . *globatus* Orb.
Ditremaria quinquecincta Ziet. sp.
. . . . . *amata* Orb.
Pleurotomaria monilifer Ziet.
Purpurina Moreausia Buv.
. . . . . *Lapierrea* Buv.
Opis cardissoides Goldf. sp.
. . . *Goldfussiana* Orb.
Corbis decussata Buv.
Lucina Delia Orb.
Cardium corallinum Leym.
. . . . . *septiferum* Buv.
Arca rotundata Röm.
. . . *trisulcata* Goldf.
Lima Münsteriana Orb.
. . . *corallina* Orb.
Diceras arietinum Lam.
Terebratula insignis Ziet.
. . . . . *Repeliana* Orb.
Megerlea pectunculoides Schl. sp.
Rhynchonella pinguis Röm.
Apiocrinus Roissyanus Orb.

Zu diesen und anderen Conchylien kommen noch viele Echinodermen und Korallen, deren Ueberreste bisweilen in grosser Menge angehäuft sind.

Im Schweizer Jura am Mont Terrible erscheint diese Zone über den obersten Schichten der Oxfordgruppe als ein weisser, theils kreideähnlicher, theils grob oolithischer Kalkstein; einzelne Schichten sind ganz erfüllt mit Nerineen, neben welchen auch *Diceras arietinum, Cardium corallinum, Lima corallina* und andere bezeichnende Formen vorkommen. Aehnlich ist nach Marcou die Ausbildungsweise im Département des Jura.

In den Umgebungen des Pariser Beckens findet sich die Zone nach Oppel zunächst bei Saulces-aux-Bois (Ardennen), zugleich mit denen schon von Hébert beschriebenen Korallen- und Nerineen-Kalksteinen. Sehr schön und deutlich ist sie

im Département der Maas entwickelt, von wo sie besonders durch Buvignier und Hébert genauer beschrieben wurde. Ueber der Zone mit *Cidaris florigemma* folgt dort bei Saint-Mihiel eine sehr mächtige Ablagerung theils feinkörniger, theils oolithischer Kalksteine, welche von eben dergleichen Kalksteinen bedeckt wird, in denen *Diceras arietinum*, Nerineen und andere charakteristische Fossilien in grosser Menge vorkommen; die Mächtigkeit dieser Diceraskalksteine beträgt hier über 150 Fuss. Auch im Dép. der Yonne sind es weisse oolithische Kalksteine, unter deren Fossilien sich nach der von Cotteau mitgetheilten Liste die wichtigsten Species dieser Zone befinden; man kennt sie dort nicht nur bei Merry und Coulanges-sur-Yonne, sondern auch bei Tonnerre, wo sie Oppel selbst beobachtete und reich an Nerineen, Korallen, Echinodermen fand, welche erstere in einer Schicht von *Diceras arietinum* begleitet werden. Aehnlich sind die Vorkommnisse bei Mortagne und Bellême im Dép. der Orne, bei Belley und Nantua im Dép. des Ain.

Im südlichen Teutschland erscheint die Zone, wie bereits oben (S. 913) erwähnt wurde, bei Regensburg, Kelheim und Ingolstadt, wo sie mit den Solnhofener Plattenkalksteinen in sehr naher Beziehung steht*).

Auch den oben, S. 910 beschriebenen Korallenkalkstein von Nattheim und anderen Orten der schwäbischen Alp betrachtet Oppel einstweilen noch als eine Bildung, deren Synchronismus mit anderen Bildungen noch nicht hinreichend bestimmt werden konnte. Er führt zwar 17 Species auf, welche dieser Kalkstein mit der Zone des *Diceras arietinum* gemein hat, hebt es aber hervor, dass die Echiniden und Krinoiden desselben beinahe durchgängig von jenen verschieden sind, welche das *terrain à chailles* charakterisiren, während einige der wichtigeren Species mit denen des schwäbischen Spongitenkalkes übereinstimmen.

Später (S. 770 f. seines Werkes) führt jedoch Oppel einige Thatsachen an, welche es wahrscheinlich machen könnten, dass dieser schwäbische Korallenkalkstein mit in das Bereich der Kimmeridgegruppe zu ziehen sei. Bei Ulm wird nämlich der Korallenkalkstein unmittelbar von Plattenkalkstein bedeckt, welcher, neben ächten Species der Kimmeridgebildung, auch noch Fossilien (zumal Brachiopoden und Echinodermen) des Nattheimer Korallenkalksteins enthält.

5. Zone der *Astarte supracorallina* (Astartenkalk). Aus dieser Zone führt Oppel nur wenige Species an, welche ihr eigenthümlich zu sein scheinen, während sie noch viele andere Fossilien enthält, die auch höher aufwärts gefunden werden.

a. Jene eigenthümlichen Species sind:

Chemnitzia subulata Röm. *sp.*	*Nerita pulla* Röm.
Nerinea fasciata Voltz	*Litorina concinna* Röm.

*) Wenn es gewiss ist, dass diese Plattenkalksteine als das Aequivalent des Kimmeridgethones zu betrachten sind, und wenn sich die von Fraas bei Ober-Stotzingen gemachte Beobachtung (S. 913) anderwärts wiederholen sollte, so würde die Zone des *Diceras arietinum* allerdings in die Kimmeridgegruppe zu verweisen sein. Damit stimmen auch die Angaben von Thiollière, dass bei Cirin Diceraskalke über den Plattenkalken liegen, sowie die Beobachtungen von Contejean, welcher bei Montbéliard den Diceraskalk als das oberste Glied der Kimmeridgegruppe erkannte, über dem bei Besançon, Salins und im Dép. der Haute-Saône noch der Portlandkalk liegt.

Orthostoma Virdunense Buv.
Trochus carinellaris Buv.
Heliocryptus pusillus Röm. sp.
Cerithium limaeforme Röm.
. . . . *septemplicatum* Röm.
Emarginula Goldfussi Röm.
Patella minuta Röm.
Astarte supracorallina Orb.
. . . *curvirostris* Röm.
. . . *plana* Röm.
Trigonia hybrida Röm.
Cardium orthogonale Buv.
. . . . *Dionyseum* Buv.
Mytilus acutus Röm.
Myoconcha texta Buv.
Lima fragilis Röm.
Avicula pygmaea Dunk.
Pecten varians Röm.
Ostrea sequana Thurm.
Thecidium Virdunense Buv.
Hemicidaris stramonium Ag.
Echinobrissus major Ag.
Apiocrinus incrassatus Röm.
Goniolina hexagona Orb.
. . . . . *micraster* Buv.
. . . . . *geometrica* Buv.

b. Von den höher aufwärts gehenden Species erwähnen wir die folgenden

Nautilus giganteus Orb.
Ammonites rotundus Orb.
. . . . . *Lallierianus* Orb.
Nerinea Gosae Röm.
Chemnitzia abbreviata Röm. sp.
Natica hemisphaerica Röm. sp.
. . . *macrostoma* Röm.
. . . *globosa* Röm.
. . . *dubia* Röm.
. . . *turbiniformis* Röm.
Pterocera Oceani Brong.
. . . . *Ponti* Brong.
Rostellaria nodifera Koch
. . . . . *Gaulardea* Buv.
Panopaea tellina Ag. sp.
Pholadomya hortulana Ag. sp.
. . . . . . *multicostata* Ag.
. . . . . . *Protei* Brong. sp.
Ceromya excentrica Röm. sp.
. . . . *orbicularis* Röm. sp.
. . . . *obovata* Röm. sp.
Thracia suprajurensis Desh.
Anatina helvetica Ag.
Mactra Saussuri Brong. sp.
Mactromya rugosa Röm. sp.
Trigonia muricata Goldf.
. . . . *suprajurensis* Ag.
Lucina Elsgaudiae Thurm.
Cardium lotharingicum Buv.
Pinna granulata Sow.
Mytilus jurensis Mer.
. . . *subaequiplicatus* Goldf.
. . . *subpectinatus* Orb.
Avicula modiolaris Röm.
Gervillia Kimmeridgiensis Orb.
Pinnigena Saussuri Orb.
Hinnites inaequistriatus Voltz
Ostrea solitaria Sow.
. . . *deltoidea* Sow.
Exogyra nana Sow.
. . . . *virgula* Sow.
Terebratula subsella Leym.
Rhynchonella inconstans Sow.

Im Schweizer Jura stellt diese Zone ein mächtiges, aus Kalksteinen u[illegible] Mergeln bestehendes Schichtensystem dar, wie z. B. oberhalb Glovelier so[illegible] nördlich von Delémont, in der Kette des Mont Terrible. Im französisch[illegible] Jura, wo die Zone von Marcou neuerdings als *Groupe de Besançon* beschrie[illegible] worden ist, erscheint sie nach unten als eine Wechsellagerung von sandigen Mer-geln, dichten Kalksteinen und schiefrigen Sandsteinen, nach oben [illegible] in weit grösserer Mächtigkeit als ein sehr dichter, mit Nestern und Adern von Kal-spath erfüllter, röthlicher oder graulichweisser, dabei gelbfleckiger Kalkstein. Im Dép. der Haute-Saône, wo Thirria für das in Rede stehende Schichtensys[illegible] schon vor 30 Jahren zuerst den Namen *Calcaire à Astartes* in Vorschlag brachte, bildet es gleichfalls einen Wechsel von dichten Kalksteinen und Mergeln.

In den Umgebungen des Pariser Bassins hat zuvörderst Buvignier die Ver-hältnisse dieser Gruppe im Dép. der Maas sehr genau erforscht. Die eigentl[illegible] Gruppe des Astartenkalkes besteht dort in ihrer unteren Abtheilung vorwalte[illegible] aus grauen Thonen, in deren Mitte sich mehre Schichten eines mergeligen Kal-

steins vorfinden; auch kommt bei Verdun eine Korallenschicht und eine Schicht sehr grobkörnigen oolithischen Kalksteins vor. Ausser *Exogyra virgula* und *Ostrea deltoidea* finden sich in dieser Abtheilung noch viele andere für den Kimmeridgethon bezeichnende Fossilien. Die obere Abtheilung wird von Kalksteinen gebildet, welche nicht nur oft sehr reich an Abdrücken der *Astarte supracorallina*, sondern auch an vielen anderen Species sind, die sich als wahre Leitfossilien des Kimmeridgethon erweisen. Eben so ergiebt sich aus denen von Hébert, in demselben Département bei Saint-Mihiel und Commercy, angestellten Beobachtungen, dass die dort über den Schichten mit *Diceras arietinum* liegenden Astartenkalke und Thone den Kimmeridgethon von le Havre und Boulogne vertreten. Im Dép. der Orne ist die Zone bei Mortagne von Oppel und Sämann, bei Bellême von Hébert nachgewiesen worden.

Im nördlichen Teutschland scheint die Zone bei Hoheneggelsen unweit Hildesheim, am Lindner Berge bei Hannover, in der Weserkette, vielleicht auch bei Fritzow in Pommern vorhanden zu sein.

6. Zone der *Pterocera Oceani*. Sie ist als die wichtigste Abtheilung der ganzen Kimmeridgegruppe zu betrachten, welche oftmals durch sie allein vertreten wird; auch ist es besonders diese Abtheilung, in deren Ausbildungsweise sich eine Verschiedenheit der Facies am auffallendsten zu erkennen giebt.

Von organischen Ueberresten führt Oppel, ausser denen bereits S. 926 unter b. genannten Species, welche alle auch hier auftreten und grossentheils, wie ja die *Pterocera Oceani* selbst, sehr bezeichnend sind, noch unter anderen folgende Formen auf:

Belemnites Souichi Orb.	*Nucula Menkei* Röm.
. . . . . *semisulcatus* Münst.	*Astarte lineata* Sow.
Ammonites cordatus Sow.	*Cyprina cornuta* Röm.
. . . . . *mutabilis* Sow.	*Trigonia Voltzi* Ag.
. . . . . *Cymodoce* Orb.	*Lucina substriata* Röm.
. . . . . *Erinus* Orb.	*Arca texta* Röm. sp.
. . . . . *longispinus* Sow.	. . . *longirostris* Röm. sp.
Aptychus, zwei Species.	*Avicula subplana* Orb.
Nerinea pyramidalis Goldf.	*Perna Bouchardi* Opp.
. . . . *suprajurensis* Voltz	. . . *Suessi* Opp.
Pleurotomaria reticulata Sow.	*Pecten suprajurensis* Buv.
Pterocera strombiformis Koch sp.	*Terebratula humeralis* Röm.
Panopaea Alduini Brong. sp.	*Cidaris pyrifera* Ag.
Pholadomya paucicosta Röm.	. . . *Orbignyana* Ag.
Goniomya sinuata Ag.	*Hemicidaris Thurmanni* Ag.
Thracia depressa Sow. sp.	. . . . . *Boloniensis* Des.

Diese Zone wird in England und an den Nordküsten Frankreichs durch den Kimmeridgethon gebildet, dessen untere Abtheilung zugleich das Aequivalent des Astartenkalkes darstellt. Die ganze Thonablagerung dürfte in Dorsetshire eine Mächtigkeit von 700 Fuss erreichen; anderwärts ist sie geringer, und bei Oxford sinkt sie bis auf 70 Fuss herab. Sie besteht theils aus Thon mit eingeschalteten Schichten von unreinem Kalkstein und von Sandstein, theils und besonders nach oben aus Schieferthon, welcher in der Mitte sehr bituminös ist und selbst in Brandschiefer (die sogenannte Kimmeridgekohle) übergeht. *Ostrea deltoidea*, *Exogyra virgula*, *Cardium lotharingicum* und einige andere Species gehen durch die ganze Etage, während nach unten, mit vielen anderen Fossilien, *Ammonites mutabilis*, *A. longispinus*, *A. cordatus* (bei Shotover), zahlreiche Aptychen, *Exogyra*

nana, Astarte lineata, Thracia depressa und Ueberreste von Sauriern, nach oben dagegen planulate Ammoniten, *Pleurotomaria reticulata, Pinna granulata, Mytilus subpectinatus, Rhynchonella inconstans* und viele Serpeln erscheinen.

An den Nordküsten Frankreichs, bei Lisieux, Honfleur, le Havre (Cap la Hève), bei Boulogne und anderen Orten ist der Kimmeridgethon mit ähnlichen Eigenschaften ausgebildet, wie in England; er erlangt bei Boulogne eine Mächtigkeit von fast 500 Fuss, und wurde auch landeinwärts an vielen Orten (z. B. bei Rouen noch eben so mächtig) durch Bohrbrunnen nachgewiesen. Auch scheint, nach denen von Bouchard bei Boulogne gesammelten Petrefacten, die Vertheilung der Fossilien in der unteren und oberen Hälfte mit jener übereinzustimmen, wie sie jenseits des Kanals Statt findet.

Eine ganz andere petrographische Facies lässt die Zone im Schweizer Jura und in den Départements der Saône und der Maas erkennen, indem dort thonige Mergel und hellfarbige Kalksteine die Stelle der Thone und Schieferthone ersetzen. Aber die Fossilien sind grossentheils identisch mit denjenigen, welche der Kimmeridgethon führt, so dass die bathrologische Identität beider Bildungen gar nicht bezweifelt werden kann. Diess ergiebt sich gleichmässig aus den Beobachtungen von Thurmann, Marcou, Thirria, Hébert, Buvignier und Oppel.

Aehnlich verhält es sich in den Gegenden rings um den östlichen und südlichen Rand des Pariser Bassins, vom Départementder Ardennen bis zu jenem der Indre, wo überall Kalkstein und thonige Schichten mit *Pterocera Oceani, Ceromya excentrica, Pholadomya multicostata, Exogyra virgula, Terebratula subsella* und andere wichtige Leitfossilien der Zone bekannt sind. Ja, selbst in den Départements des Lot, der Charente und Charente inférieure wiederholt sich die Bildung mit ganz ähnlichen Eigenschaften.

Noch verdient bemerkt zu werden, dass die Etage auch am Lindener Berge bei Hannover, in der Gegend von Hildesheim und Goslar durch A. Römer*), sowie in der Weserkette durch F. Römer nachgewiesen worden ist. Sie findet sich in der ganzen Ausdehnung der Weserkette, ist besonders schön in der Porta Westphalica aufgeschlossen, und wird dort von dunkelgrauen Mergeln, weiter westlich, von Lübbecke bis Bramsche, von braunen Sandsteinen und sandigen Schiefern gebildet, in welchen die wichtigsten Leitfossilien sehr häufig vorkommen. Sonach bestätigt sich die Bemerkung F. Römers, »dass die Kimmeridgebildung einen paläontologisch sehr scharf bezeichneten, und in den weitesten Entfernungen sicher wieder zu erkennenden Horizont des oberen oder weissen Jura darstellt«. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. IX, 1857, S. 613. Auch in Pommern, bei Fritzow und Cammin, wo schon lange die Juraformation bekannt ist, existirt diese Zone, nach Wessel's Mittheilungen in derselben Zeitschr. B. VI, S. 312 f.

Dass endlich die Plattenkalksteine von Solnhofen, Nusplingen und Cirin gleichzeitige Bildungen sind, diess folgt aus der Uebereinstimmung ihrer petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, welche letztere für Solnhofen besonders durch den Grafen v. Münster und Hermann v. Meyer, für Nusplingen durch Fraas, und für Cirin durch Thiollière bekannt worden sind. Dass aber diese Bildungen nur der Kimmeridgegruppe angehören können, darüber kann nach Oppel gar kein Zweifel obwalten.

---

*) A. Römer nannte die Bildung Portlandkalk, was F. Römer dahin berichtigte, dass sie den Kimmeridgeschichten Englands und Frankreichs entspricht.

7. Zone der *Trigonia gibbosa* (Portlandkalk). Diese Zone ist zwar im südlichen England, in Frankreich und im Schweizer Jura bekannt, scheint aber in Teutschland zu fehlen, indem diejenigen Schichten, welche bei uns früher unter dem Namen Portlandkalk aufgeführt wurden, der vorhergehenden Etage angehören.

Als bezeichnende Fossilien des englischen Portlandkalkes hebt Oppel die folgenden hervor:

Ammonites giganteus Sow.	*Astarte cuneata* Sow.
. . . . . *biplex* Sow.	. . . . *rugosa* Sow. *sp.*
Natica elegans Sow.	*Trigonia gibbosa* Sow.
Nerita angulata Sow.	. . . . *incurva* Sow.
Neritoma sinuosa Sow.	*Cardium dissimile* Sow.
Buccinum angulatum Sow.	*Lucina Portlandica* Sow.
. . . . . *naticoides* Sow.	*Pecten lamellosus* Sow.
Cerithium concavum Sow. *sp.*	*Ostrea falcata* Sow.
. . . . . *Portlandicum* Sow. *sp.*	. . . . *expansa* Sow.

Ausser diesen finden sich einige Korallen, Echinodermen, Crustaceen und Anneliden, sowie häufig verkieselte Hölzer.

Diese Zone ist zuerst auf der Halbinsel Portland an der Südküste Englands als eine selbständige Etage der Juraformation erkannt worden. Ueber dem Kimmeridgethon liegt dort eine bis 60 Fuss mächtige, oft glaukonitreiche Ablagerung von Sand und Sandstein, auf welche dann weisse, theils dichte, theils erdige, theils fein oolithische Kalksteine folgen. Während der Portlandsand noch verschiedene Species des Kimmeridgethones zugleich mit Species des Portlandkalkes umschliesst, so ist die Fauna des letzteren eine ganz eigenthümliche. Auch auf Purbeck, ferner in Wiltshire, in Berkshire und in Buckinghamshire ist dieselbe Bildung bekannt.

Bei Boulogne wiederholen sich ähnliche Schichten, grossentheils mit denselben Fossilien, wie sie auf Portland und Purbeck vorkommen; eben so kennt man sie im Pays de Bray.

Am östlichen und südlichen Rande des Pariser Bassins lassen sich die Aequivalente der Portlandschichten aus dem Dép. der Ardennen bis in das Dép. der Indre verfolgen. Sie liegen gewöhnlich ganz regelmässig über der Zone der *Pterocera Oceani*, erreichen oft eine bedeutende Mächtigkeit, und bestehen vorzüglich aus hellfarbigen, dichten oder oolithischen Kalksteinen. Ihre organischen Ueberreste sind theils solche, welche schon in der vorausgehenden Zone vorkommen, theils auch eigenthümliche, während die Species des englischen Portlandkalkes oft nur vereinzelt erscheinen. — Im Dép. des Jura nimmt die von Marcou unter dem Namen *Groupe de Salins* eingeführte Etage zwar die bathrologische Stelle des Portlandkalkes ein, ohne dass jedoch hinreichende paläontologische Beweise für den Synchronismus beider Bildungen vorhanden sind. Im Schweizer Jura verhält es sich auf ähnliche Weise mit denjenigen Schichten, welche Thurmann als *Calcaires épivirguliens* eingeführt hat.

Es scheint daher, dass die Portlandbildung verschiedener Länder gleichwie in petrographischer, so auch in paläontologischer Hinsicht eine mehr oder weniger verschiedene Facies entfaltet, und oft nur an ihrer Lagerung über der vorhergehenden Stufe und unter der Wealdenformation erkannt werden kann. Und so bestätigt sich denn die Folgerung, welche Contejean aus seinen Vergleichungen zieht, dass diese obersten Jurabildungen im westlichen Europa einander meist so

unähnlich sind, dass es oft unmöglich wird, die in einer Gegend aufgestellte Eintheilung auf eine andere Gegend anzuwenden. Diejenigen Gegenden, wo die Etagen am vollständigsten ausgebildet und mit dem grössten Reichthume von Fossilien ausgestattet sind, repräsentiren die Centra der organischen Entwickelung, und von ihnen ausgehend müsse man eine Verknüpfung der verschiedenen Regionen herzustellen suchen. Auf diese Weise glaubt Contejean für Frankreich während der Kimmeridgeperiode vier verschiedene Centra der organischen Entwickelung nachweisen zu können.

§. 417. *Organische Ueberreste der weissen Juraformation.*

Die weisse Juraformation ist im Allgemeinen eben so durch die Armuth an Pflanzenresten, wie durch den Reichthum an thierischen Ueberresten ausgezeichnet, was wohl besonders in ihrem mehr pelagischen Charakter und in ihrem wesentlichen Bestande aus kohlensaurem Kalke begründet sein mag.

I. Pflanzenreste der weissen Juraformation.

Da die Formation vorwaltend aus Kalksteinen besteht, und nur selten Sandsteine aufzuweisen hat, so lässt sich schon vermuthen, dass sie überhaupt nur selten Pflanzenreste enthalten wird, und dass solche Reste wohl grossentheils von marinen Pflanzen abstammen werden. Diese Vermuthung findet auch in den bisherigen Befunden ihre vollkommene Bestätigung; denn es sind nur gewisse Schichten und ganz einzelne Regionen der weissen Juraformation, in welchen man zahlreichere Pflanzen gefunden hat, und diese Pflanzen sind, nur wenige ausgenommen, als Fucoiden bestimmt worden.

Die Kalkschiefer von Pappenheim und Solnhofen bilden ein solches Schichtensystem, und von dorther hat uns Graf Sternberg viele Species von *Caulerpites**, und *Halymenites*, einige Species von *Chondrites, Sphaerococcites, Münsteria* und *Codites*, sowie ein paar andere Fucoiden kennen gelehrt. Derselbe Kalkschiefer beherbergt auch einige eingeschwemmte Reste von Landpflanzen, z. B. von *Sphenopteris Münsteriana Göpp.*, *Psilotites filiformis Münst.* und *Athrotaxites lycopodioides Ung.* Die Nusplinger Plattenkalksteine haben zum Theil ganz dieselben Pflanzenformen, und ausserdem die schöne *Odontopteris jurensis Kurr*, die *Pecopteris jurensis Fraas*, auch Nilssonien und Pterophyllen geliefert. — Ein anderes Schichtensystem ist der Portlandkalkstein des südlichen England, aus welchem viele verkieselte Holzstücke und Cycadeenstämme angeführt werden, welche letztere jedoch wohl richtiger in die folgende Wealdenformation zu verweisen sind. Auch hat man im weissen Jura bei Malton in Yorkshire Karpolithen (nämlich *Carpolithes Bucklandi* und *C. conicus*), sowie bei Verdun Ueberreste von Coniferen (*Brachyphyllum majus* und *B. Moreauanum*), von *Zamites Moreani* und *Pachypteris microphylla* gefunden.

II. Thierische Ueberreste der weissen Juraformation.

Eine weit grössere Wichtigkeit erlangen die thierischen Ueberreste, welche in grosser Manchfaltigkeit und Menge vorkommen, obgleich nicht geläug-

---

*) Diese Caulerpiten sind später zum Theil als Coniferen erkannt worden.

net werden kann, dass mächtige und weit ausgedehnte Schichtensysteme auch in dieser Hinsicht eine grosse Armuth offenbaren; sie wird jedoch durch den Reichthum anderer Schichten hinreichend aufgewogen.

1. Amorphozoën. Sie erscheinen zumal innerhalb der mittleren Abtheilung des weissen Jura bisweilen in einer wahrhaft erstaunlichen Menge, und bilden solchenfalls die, für die ganze Formation so charakteristischen Spongitenkalksteine, in denen sie meist verkalkt, mitunter auch verkieselt vorkommen. Besonders zahlreich ist das Genus *Scyphia* vertreten; aber auch die Geschlechter *Cnemidium*, *Tragos*, *Manon* und *Achilleum* sind noch von grosser Bedeutung.

2. Korallen. Mit den Amorphozoën wetteifern die Polypen, deren verkalkte oder verkieselte Polyparien noch weit allgemeiner verbreitet und nicht selten zu ganzen Korallenriffen und Korallenbänken angehäuft sind. Sie gehören grossentheils den Sternkorallen an, doch kommen auch Röhrenkorallen nicht selten vor. Die Geschlechter *Astraea*, *Anthophyllum*, *Lithodendron*, *Agaricia*, *Maeandrina*, *Sarcinula*, *Columnaria* u. a. sind es, welche eine besonders wichtige Rolle spielen.

3. Echinodermen. Nächst den Amorphozoën und Korallen gehören die Echinodermen zu den wichtigsten Formen des weissen Jura. Unter den Krinoiden sind es die Geschlechter *Eugeniacrinus*, *Pentacrinus*, *Apiocrinus*, *Rhodocrinus* und *Solanocrinus*, unter den Asteriaden die Geschlechter *Comatula* und *Ophiura*, unter den Echiniden die Geschlechter *Cidaris*, *Hemicidaris*, *Diadema*, *Echinus*, *Discoidea*, *Disaster* u. a., welche in mehren oder wenigeren Species, und in grösserer oder geringerer Häufigkeit angetroffen werden.

4. Bryozoën. Besonders sind es zahlreiche Species des Geschlechtes *Ceriopora*, welche in mehren Regionen des weissen Jura recht häufig vorkommen.

5. Mollusken. Aus dieser zahlreichen Classe des Thierreiches sind es zunächst viele Species der beiden Gattungen *Terebratula* und *Rhynchonella*, welche recht häufig erscheinen, und theils (wie z. B. *T. impressa*, *nucleata*, *pectunculus*, *insignis*, *trigonella*) dem weissen Jura ausschliesslich, theils auch (wie *T. decorata*, *lacunosa*, *ornithocephala*, *biplicata*) ihm mit dem braunen Jura gemeinschaftlich angehören. Andere Gattungen von Brachiopoden kommen nur selten und in wenigen Species vor.

Von Conchiferen stellen besonders die Geschlechter *Ostrea*, *Exogyra*, *Pecten*, *Panopaea*, *Pholadomya*, *Diceras*, *Astarte*, *Pleuromya* und *Ceromya* ein nicht unbedeutendes Contingent zu der Fauna des weissen Jura, an welcher sich auch noch *Gryphaea dilatata*, *Lima rigida*, *Trigonia clavellata* und *gibbosa* und einige andere Formen betheiligen.

Unter den Gastropoden spielt das Genus *Nerinea* eine vorzüglich wichtige Rolle; auch *Pterocera Oceani* und einige Species von *Chemnitzia*, *Natica*, *Pleurotomaria*, *Trochus*, *Turbo* und *Rostellaria* sind zu erwähnen.

Die Cephalopoden erscheinen bei weitem nicht mehr in solcher Menge,

wie im braunen Jura und Lias. Von Belemniten ist besonders *Belemnites hastatus*, von Nautilus-Arten *Nautilus aganiticus* zu nennen, während die Ammoniten im weissen Jura noch in ziemlich vielen Species auftreten, obgleich sie nach oben sehr reducirt sind; das Vorwalten der Familie der Planulaten ist für die Formation sehr bezeichnend. Auch *Aptychus latus* und *lamellosus* sind als ein paar häufige und charakteristische Formen zu erwähnen. Endlich kennt man auch Schulpen und andere Ueberreste von nackten Cephalopoden, besonders aus den Plattenkalksteinen*).

6. Gliederthiere. Die meisten derjenigen Krebse, welche in nicht geringer Anzahl aus dem weissen Jura bekannt sind, stammen aus den fränkischen und schwäbischen Plattenkalksteinen; dasselbe gilt von den Insecten und Würmern. Wie wichtig und interessant alle diese Ueberreste in paläontologischer Hinsicht sind, so können sie doch nicht füglich als Leitfossilien gelten. *Mecochirus locusta* und *Eryon arctiformis* sind ein paar der gewöhnlichsten Krebse im Solnhofener Kalkschiefer; aus tieferen Schichten anderer Gegenden werden besonders mehre Species von *Glyphea* und *Prosopon* genannt.

7. Fische. Man kennt aus der weissen Juraformation sehr viele Fische, darunter von vielen vollständige Abdrücke, von anderen nur Zähne, Schuppen oder sonstige fragmentare Ueberbleibsel. Die grosse Mehrzahl gehört abermals den Kalkschiefern von Pappenheim und Solnhofen, in welchen nicht weniger als 14 Species von *Caturus*, 13 Sp. von *Leptolepis*, 8 Sp. von *Aspidorhynchus*, 7 Sp. von *Microdon*, je 6 Sp. von *Thrissops* und *Tharsis*, 5 Sp. von *Pachycormus*, 3 Sp. von *Megalurus* vorkommen; ein paar der häufigsten Formen sind *Leptolepis sprattiformis* und *L. Knorri*. Manche dieser Fische finden sich auch in dem ganz ähnlichen Kalkschiefer von Nusplingen und von Cirin bei Belley (Ain). Der Kimmeridgethon hat bei Oxford gleichfalls mehre Fische, wie z. B. *Ischyodon Egertoni*, *Asteracanthus ornatissimus* geliefert; Zähne von *Microdon*, *Gyrodus*, *Sphaerodus*, *Sphenodus* u. a. kennt man theils aus dem Solnhofener Gesteine, theils aus tieferen Etagen anderer Gegenden.

8. Reptilien. Aus dieser Thierclasse kommen einige Saurier, darunter, als besonders merkwürdige Formen, Pterodactylen und Rhamphorhynchen vor, deren Ueberreste aber wiederum an die obersten Etagen, und ganz vorzüglich an die Pappenheimer und Nusplinger Kalkschiefer gewiesen sind**). Aus diesen Schiefern kennt man z. B. 4 Species von *Rhamphorhynchus*, den *Geosaurus Sömmeringi*, und mehre Species von *Pterodactylus* (*P. longirostris*, *crassirostris* u. a.). Der *Plesiosaurus brachyspondylus* fand sich im Kimmeridgethone Englands, und Zähne des *Machimosaurus Hugii* kamen im Portlandkalk von Solothurn und Hannover vor.

Da die wichtigsten Leitfossilien der verschiedenen Etagen für den

*) Eine Revision dieser Ueberreste aus dem süddeutschen Jura gab A. Wagner, in den Gel. Anzeigen der bayer. Ak. der Wiss. 1859, S. 273 ff.

**) Eine vortreffliche Monographie der Reptilien aus den lithographischen Schiefern des Jura in Deutschland und Frankreich gab Herm. v. Meyer im Jahre 1859.

schwäbischen weissen Jura nach Quenstedt in §. 415 (S. 906 bis 912) und für die weisse Juraformation überhaupt nach Oppel in §. 416a (S. 918 ff.) aufgeführt worden sind, so glauben wir eine nochmalige allgemeine Aufzählung derselben unterlassen zu können.

§. 418. *Jurassische Formationsgruppe in den Alpen.*

Unmöglich können wir die Juraformation verlassen, ohne noch einige Bemerkungen über ihre Vorkommnisse in anderen Ländern einzuschalten. Wir wollen uns daher zuvörderst mit den Verhältnissen der jurassischen Formationsgruppe in den Alpen beschäftigen, über welche neuerdings sehr werthvolle Mittheilungen veröffentlicht wurden.

Durch die Arbeiten von Leopold v. Buch, Sismonda, Studer, Escher, Emmrich, v. Hauer, Gümbel, Pichler, Hohenegger, Zeuschner, Murchison, Thiollière u. A. sind die allerdings sehr schwierigen Verhältnisse der Juraformation in den Alpen und Karpathen so weit aufgeklärt worden, dass auch dort an dem Vorhandensein der drei Hauptglieder, nämlich des Lias, des braunen und des weissen Jura nicht mehr gezweifelt werden kann. Aber freilich erscheinen sie in petrographischer und paläontologischer Hinsicht so abweichend von den gleichnamigen Bildungen in Teutschland, Frankreich und England, dass eine jede zu weit getriebene Parallelisirung vermieden werden muss. Dasselbe gilt noch weit mehr von der Juraformation Italiens, welche sich von dem nordeuropäischen Typus durch ihre Gesteine und durch die Seltenheit von Fossilien dermaassen unterscheidet, dass es dort noch weit weniger gerathen erscheint, die Gliederung etwa der englischen oder der südteutschen Territorien für sie geltend zu machen*).

Unzweifelhaft gehört ein grosser Theil des sogenannten Alpenkalksteins und der Kalksteine der Karpathen der Juraformation an, und eben so unzweifelhaft ist es, dass diese Formation auch in den Alpen und Karpathen in verschiedene, paläontologisch charakterisirte Abtheilungen zerfällt. Dass jedoch diese Abtheilungen g e n a u denjenigen entsprechen werden, welche in England, Frankreich und Teutschland nachgewiesen wurden, diess ist wohl n i c h t wahrscheinlich. Wenn daher einzelne Etagen der alpinen Juraformation mit Namen bezeichnet werden, die sich auf ausseralpine Territorien beziehen, so soll damit nur angedeutet werden, dass sie ihnen p a l ä o n t o l o g i s c h noch am nächsten verwandt zu sein scheinen, ohne deshalb eine vollkommene Uebereinstimmung vorauszusetzen. Genaue Nachweise über ihre gegenseitigen Lagerungsverhältnisse fehlen noch in vielen Fällen.

I. Liasformation in den Alpen.

Die Ausdehnung, Mächtigkeit und Gliederung der alpinen Liasformation wird sich natürlich sehr verschieden herausstellen, je nachdem man die Kös-

*) *Murchison, Quarterly Journ. of the geol. soc. V. p. 266.*

sener Schichten und den Dachsteinkalk mit der Liasformation verbindet, oder noch zu der Keuperformation rechnet. Es wurde bereits oben (S. 803) erwähnt, dass die österreichischen Geologen der ersteren Ansicht zugethan sind, indem sie die Kössener Schichten und den Dachsteinkalk als unteren Lias der östlichen Alpen einführen, wogegen die bayerischen und schweizer Geologen die zweite Ansicht geltend machen. Wir verweisen auf die in §. 401a gegebene Beschreibung dieser Schichtensysteme, und schalten in Betreff ihrer Deutung nur noch einige Bemerkungen ein, welche wir dem neuesten Werke von Gümbel: Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges, entlehnen*).

Indem Gümbel a. a. O. S. 356 die Kössener Schichten und den Dachsteinkalk unter dem Namen Rhätische Gruppe oder Muschelkeuper als die oberste Abtheilung der alpinen Keuperformation einführt, erklärt er sich nochmals dahin, dass das bedeutende Vorwalten solcher Species, welche auch in den tieferen Schichten des Alpenkeupers vorkommen, gegen ihre Vereinigung mit der Liasformation spreche. Die meisten der für liasisch gehaltenen Species seien durch fortgesetztes Studium als verschiedene und eigenthümliche Species erkannt worden, und damit falle auch der einzige Anhaltpunkt für die gegentheilige Ansicht. S. 426 ff. wird die Gliederung des alpinen Lias ausführlich behandelt, dabei nochmals der Gründe für die Einordnung der Kössener Schichten in den Keuper gedacht, und endlich S. 428 bemerkt: »Wir erinnern schliesslich noch an den innigen Verband des alpinen Bonebed mit dem unter ihm liegenden Hauptdolomite, dessen fischreiche Schichten ihre triasische Natur sicher stellen, und an seine Verbreitungsverhältnisse innerhalb und ausserhalb der Alpen, welche sich weit enger den Gränzen der Keuper- als der Lias-Formation anschliessen. In keinem Falle dürfte dieser Schichtencomplex als unterer Lias bezeichnet werden, indem er zwar, bei seiner Hinzuziehung zur Liasformation, ein Theil des unteren Lias wäre, aber nicht als der vollständige Repräsentant des ausserhalb der Alpen einmal festgestellten unteren Lias betrachtet werden könnte«**).

A. Liasformation in den schweizer Alpen.

In den nördlichen schweizer Alpen zeigt die Liasformation insofern noch einige Aehnlichkeit mit ihren ausseralpinen Vorkommnissen, wiefern es meist dunkelgraue bis schwarze Kalksteine sind, welche das vorwaltende Material bilden. So z. B. in den grossen Steinbrüchen bei Meillerie in Savoyen, im Rhonethale bei Bex und St. Triphon, bei Blumenstein in den Berner Alpen (hier in Begleitung von schwarzen sandigen Schiefern), und am nördlichen Ufer des Thuner Sees, zwischen Nase und Neuhaus. Auch sind in der Gegend von Bex und Blumenstein recht viele Fossilien gefunden worden, welche beweisen, dass dort noch alle drei Haupt-Abtheilungen der Liasformation vorhanden sind. Die

*) Wir bedauern, dass uns dieses vortreffliche und reichhaltige Werk erst bei der Redaction dieses Bogens zu Gesicht gekommen ist. Text und Karten geben ein höchst ehrenvolles Zeugniss von dem Talente und der Gelehrsamkeit ihres Verfassers, und es ist wahrhaft staunenswerth, was Gümbel in wenigen Jahren zu Stande gebracht hat.

**) Ganz in demselben Sinne spricht sich G. Winkler aus, in seiner trefflichen Abhandlung über den »Oberkeuper«, unter welchem Namen er die in Rede stehenden Schichten zusammenfasst. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. XIII, 1861, S. 459 ff.

Kalksteine und Kalkglimmerschiefer dagegen, welche in den Centralalpen, oft unter so räthselhaften Verhältnissen, zwischen den krystallinischen Silicatgesteinen eingeschaltet vorkommen, sind freilich sehr arm an organischen Ueberresten, unter denen man gewöhnlich nur Belemniten und Stielglieder von Pentakriniten erkennt.

Indem wir wegen dieser Liasgebilde der Schweiz auf die lehrreichen Darstellungen von Studer und Escher verweisen *), wenden wir uns zunächst zur Betrachtung der bayerischen Alpen, über welche uns Gümbel so viele Belehrung geboten hat.

B. Liasformation in den bayerischen Alpen.

Studer und Escher haben nachgewiesen, dass die Liasformation schon in Vorarlberg einen ganz anderen petrographischen Charakter entfaltet, als in den westlichen Schweizeralpen. Statt der schwarzen Kalksteine und Schiefer erscheinen rothe und graue, oft dünnschichtige Kalksteine, welche jedoch durch ihre Fossilien unzweifelhaft als liasische Bildungen charakterisirt sind. Derselbe Habitus setzt nun weiter fort durch die bayerischen, salzburger und österreichischen Alpen.

Die unmittelbare Decke des Dachsteinkalkes, sagt Gümbel, bilden häufig rothe Kalksteine, welche vielfach als Marmor benutzt werden. Die in ihnen eingeschlossenen Ammoniten, wie z. B. *Ammonites spiratissimus*, *A. Charmassei*, *A. liasicus*, *A. Notodianus*, *A. bifrons* und *A. radians* charakterisiren sie unzweifelhaft als Liaskalksteine, während andere, petrographisch ganz ähnliche Kalksteine einer höheren Formation angehören. Diese älteren rothen, zum Theil auch weissen Kalksteine sind es, welche von den österreichischen Geologen als Adnether- und Hierlatz-Schichten bezeichnet werden. Als ein schmales Schichtensystem bilden sie eine, von Vorarlberg aus durch Bayern, Tyrol und Oesterreich fortlaufende, durch ihre rothe Farbe ausgezeichnete Zone.

Auf diese rothen Liaskalksteine folgen vielorts in den Alpen mergelige, graue Kalkschiefer, welche oft mit fleckigen, von Fucoiden herrührenden Zeichnungen versehen sind. Diese Fleckenmergel oder Algäuschichten **) sind zwar nicht sehr reich an Fossilien, enthalten aber doch recht charakteristische Liaspetrefacten. Im Westen erlangen sie eine ausserordentliche Mächtigkeit und ragen zu hohen Spitzen, Kegeln und Graten auf; nach Osten nimmt ihre Mächtigkeit bedeutend ab, und in den österreichischen Alpen sinken sie zu einer oft kaum bemerkbaren Gesteinszone herab.

Diese beiden Abtheilungen der Liasformation lassen sich in den bayerischen Alpen immer leicht unterscheiden. Schwieriger wird die weitere Gliederung derselben. »Aber darin liegt eben das Abweichende ihrer Ent-

*) Geologie der Schweiz, I, S. 374 ff. II, 24 ff. und anderweit.

**) Diese Schichten sind zuerst von Escher im Vorarlberg nachgewiesen worden. Später hat sich vorzüglich Gümbel mit ihrer weiteren Verfolgung und genaueren Erforschung beschäftigt; wegen ihrer grossen Verbreitung im Algäu schlug er für sie den Namen Algäuschichten vor.

wickelung innerhalb und ausserhalb der Alpen. Gleichwohl sind viele Arten von Versteinerungen des ausseralpinen Lias auch in den Alpen auf ganz bestimmte Schichtencomplexe beschränkt; diese aber folgen wiederum unter sich in derselben Ordnung, wie etwa in Schwaben. So kann man mit Bestimmtheit einzelne Schichtenreihen des unteren, des mittleren und des oberen Lias auch in den Alpen nachweisen, und die, wenn auch nicht völlig gleichartige, so doch analoge Gliederung wird sich ohne Zweifel bei fortgesetztem Studium auch hier finden lassen« (Gümbel, a. a. O. S. 123).

Diese Möglichkeit wenigstens einer Unterscheidung von unterem, mittlerem und oberem Lias bespricht der Verf. nun weiter S. 428 ff. Genaue Detailstudien, fährt er S. 430 fort, namentlich in jenen Gegenden der Alpen, in welchen die Liasformation reich entwickelt ist, haben gelehrt, dass die Versteinerungen der verschiedenen Abtheilungen des alpinen Lias nicht durch einander gemengt in einer und derselben Schichtenlage vorkommen. Vielmehr zeigt sich da, wo der Alpenlias überhaupt nicht auf einige wenige Schichten zusammengedrängt ist, eine stetige Aufeinanderfolge von, wenn auch petrographisch ganz gleichen, so doch paläontologisch in derselben Weise geschiedenen und über einander geordneten Schichten, wie ausserhalb der Alpen. Nirgends liegt z. B. *Ammonites spiratissimus* mit *A. radians* oder *A. bifrons* in derselben Gesteinsschicht, wohl aber oft in derselben Gesteinsart.

Gümbel liefert nun einen sehr lehrreichen Beleg für diese Behauptung durch die genaue Beschreibung des schönen Profils an der Kammerkahrplatte, in dessen über einander folgenden Schichten der untere, mittlere und obere Lias sehr bestimmt zu unterscheiden sind. »Wenn wir auch in diesem Profile, welches wohl zu den vollständigsten und am besten aufgeschlossenen der bayerischen Alpen gehört, nicht im Stande sind, die Gliederung des alpinen Lias im Einzelnen ganz genau dem ausseralpinen entsprechend wieder zu finden, so geht doch aus demselben klar hervor, dass die Vertheilung der Liasfauna innerhalb der Alpen jener ausserhalb derselben im Allgemeinen vollkommen analog ist«.

Nach dem jetzigen Standpunkte unserer Kenntnisse lässt sich daher in den bayerischen Alpen eine dreigliederige Eintheilung der Liasformation geltend machen.

1. Der untere Lias besteht aus nicht sehr mächtigen Bänken entweder eines lichtrothen bis weisslichen, oder eines dunkelrothen, oder auch eines grauen gefleckten Kalksteins. Die Gesteine der ersten Farbennüance zeichnen sich durch ihre dichte, massige Beschaffenheit vor den anderen Varietäten aus; die dunkelrothe Varietät dagegen ist meist in dünne Platten abgesondert, und oft reich an Rotheisenerz und Mangan; während die dritte, graue Varietät eine dichte Textur, eine dünne Schichtung und dunkel gefärbte, fleckige Zeichnungen besitzt, welche sie besonders charakterisiren. Im Allgemeinen sind jedoch die dunkelrothen Kalkschichten vorwaltend. Unter den organischen Ueberresten sind besonders verbreitet:

Ammonites Charmassei Orb.	*Ammonites raricostatus* Ziet.
. . . . . *spiratissimus* Qnst.	. . . . . *planicosta* Sow.
. . . . . *liasicus* Orb.	*Cardinia concinna* Ag.
. . . . . *bisulcatus* Brug.	*Lima gigantea* Sow.
. . . . . *Petersi* Hau.	*Ostrea rugata* Quenst.
. . . . . *Kridion* Hehl	*Pecten textorius* Münst.
. . . . . *ceras* Gümb.	*Pleurotomaria polita* Goldf.
. . . . . *Nodotianus* Orb.	*Pentacrinus scalaris* Goldf.

Ungeachtet der geringen Mächtigkeit und der Gleichartigkeit der Gesteine lassen sich doch stellenweise die drei Zonen des *Ammonites angulatus*, des *A. Bucklandi* und des *A. raricostatus* unterscheiden.

2. Der mittlere Lias begreift vorwaltend dünnschichtige, thonige, dunkelrothe, oder auch massige, dichte bis fast krystallinische, hellfarbige Kalksteine; besonders ausgezeichnet sind die Gesteine dieser Abtheilung durch die Menge von Krinoidengliedern, welche ihnen oft ein grobkrystallinisches Ansehen verleihen. Die charakteristischen Fossilien sind:

Ammonites fimbriatus Sow.
. . . . . *bipunctatus* Röm.
. . . . . *Jamesoni* Sow.
. . . . . *Masseanus* Orb.
. . . . . *Maugenesti* Orb.
. . . . . *natrix* Ziet.
Nautilus intermedius Sow.
Rhynchonella rimosa Buch
Spirifer rostratus Schl.
. . . . *Münsteri* Dav.
Terebratula cornuta Sow.
. . . . . *Heyseana* Dunk.
. . . . . *numismalis* Lam.
Pentacrinus basaltiformis Mill.
Apiocrinus alpinus Gümb.

Nach oben folgt eine dünnschichtige Schieferzone mit *Ammonites margaritatus* und *Belemnites paxillosus*.

3. Der obere Lias ist am deutlichsten gesondert. Mit wenigen Ausnahmen besteht er aus dünnschichtigen, dunkelfarbigen, fleckigen Schiefern und Mergeln, welche einigermaassen an die Posidonomyaschiefer erinnern; selbst die rothgefärbten Schichten sind als thonige Schiefer ausgebildet; nur selten erscheinen einzelne, untergeordnete Kalksteinschichten, häufig dagegen Hornsteine, theils in Concretionen, theils in Lagern und förmlichen Schichtensystemen. In diesen Algäuschichten oder Fleckenmergeln finden sich:

Ammonites communis
. . . . . *bifrons*
. . . . . *mucronatus*
. . . . . *heterophyllus*
. . . . . *serpentinus*
. . . . . *Mimatensis*
. . . . . *Comensis*
. . . . . *radians*
. . . . . *annulatus*
. . . . . *variabilis*
. . . . . *subcarinatus*
Ammonites sternalis
. . . . . *Calypso*
. . . . . *subarmatus*
. . . . . *crassus*
Nautilus latedorsatus
Belemnites tripartitus
. . . . . *digitalis*
Inoceramus cinctus
. . . . . *gryphoides*
Posidonomya Bronni

Sehr häufig sind Reste von Fucoiden, zumal von *Chondrites latus* Gümb. und *Ch. minimus* Gümb.

Ueber diesen Fleckenmergeln folgt eine mächtige Gesteins-Ablagerung von ähnlicher petrographischer Beschaffenheit, aber ohne organische Ueberreste; Gümbel vereinigt sie einstweilen noch mit dem oberen Lias.

Als das Resultat der paläontologischen Schlussfolgerungen wird noch S. 478 mitgetheilt, dass sich im alpinen Lias doch wohl etwa folgende Horizonte feststellen lassen:

Im unteren Lias: 1. die Zone der *Cardinia concinna*,
2. die Zone der Arieten und des *Am. Charmassei*,
3. die Zone des *Am. raricostatus*,
im mittleren Lias: 4. die Zone der *Terebratula numismalis*,
5. die Zone des *Pentacrinus basaltiformis*,
6. die Zone des *Am. margaritatus*,
im oberen Lias: 7. die Zone der *Posidonomya* und des *Am. radians*.

»Diess ist das Endergebniss der Zusammenfassung aller geognostischen und paläontologischen Momente, welche uns der Alpenlias bei unseren Untersuchungen darbot. Ueberblicken wir schliesslich die Verschiedenheiten des Lias innerhalb und ausserhalb der Alpen, sowohl in Bezug auf Gesteinsbeschaffenheit, als auf organische Einschlüsse, so müssen wir gestehen, dass die diesen Differenzen zu Grunde liegenden Ursachen sich noch nicht vollständig erkennen lassen«.

C. Liasformation in den österreichischen Alpen.

Wenn auch vielleicht die Grestener Schichten (S. 805) noch in das Bereich der Liasformation gezogen werden könnten, so treten uns doch auch in den österreichischen Alpen die Adnether Schichten als die ersten unzweifelhaft liasischen Gebilde entgegen; als eine Parallelbildung derselben sind die Hierlatz-Schichten zu betrachten. Die sogenannten Fleckenmergel oder Algäuschichten wurden bis jetzt nur an wenigen Orten mit denselben Eigenschaften beobachtet, wie in den bayerischen Voralpen, und scheinen gleichfalls nur petrographisch von den Adnether Schichten verschieden zu sein*).

1. Adnether Schichten. Es sind rothe, dünnschichtige, an Ammoniten reiche Kalksteine, welche bei Adneth unweit Hallein in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen werden; mit denselben Eigenschaften setzen sie östlich fort bis nach Ebensee, während sie noch weiter in Osten, bei Enzesfeld und Hörnstein, eine dunklere, mehr blutrothe Farbe besitzen. Sie liegen theils unmittelbar auf dem Dachsteinkalke, theils auf den Kössener Schichten, und sind ganz vorzüglich durch eine reiche Cephalopodenfauna charakterisirt.

Unter denen von Franz v. Hauer beschriebenen Formen befinden sich ein Orthoceratit, mehre Nautili (zumal *Nautilus intermedius*) und 48 Ammoniten, von welchen die folgenden besonders häufig vorkommen:

Ammonites Nodotianus Orb.	*Ammonites Valdani* Orb.
. . . . . *hungaricus* Hau.	. . . . . *Roberti* Hau.
. . . . . *stellaris* Sow.	. . . . . *radians* Schl.
. . . . . *tardecrescens* Hau.	. . . . . *heterophyllus* Sow.
. . . . . *ceras* Gieb.	. . . . . *Zetes* Orb.
. . . . . *planicostatus* Sow.	. . . . . *oxynotus* Queust.
. . . . . *Jamesoni* Sow.	. . . . . *fimbriatus* Sow.

Zu ihnen gesellt sich noch *Inoceramus ventricosus* als eine sehr verbreitete Form Diese und andere Fossilien sind zwar grossentheils liasisch, entsprechen jedoch solchen Species, welche ausserhalb der Alpen in verschiedenen Etagen vertheilt sind, so dass hier keine strenge bathrologische Trennung obzuwalten scheint.

2. Hierlatz-Schichten. Deshalb so genannt, weil sie zuerst auf dem Gipfel des Hierlatz bei Hallstatt entdeckt worden sind; später wurden sie auch an vielen anderen Orten unmittelbar über dem Dachsteinkalke gefunden. Meist sind es röthliche oder weissliche, bisweilen auch dunkelgraue Kalksteine, welche sich durch sehr viele, vortrefflich erhaltene Petrefacten auszeichnen**), von denen die folgenden am häufigsten vorkommen:

---

*) Vergl. die Abhandlungen von Franz v. Hauer, über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. IV, 1853, S. 715 ff., und über die Cephalopoden aus dem Lias der nordöstlichen Alpen, in den Denkschriften der Kais. Akad. der Wiss., B. XI, 1856, S. 1 ff.

**) Franz v. Hauer führt 21 Cephalopoden, darunter 19 Ammoniten auf; Stoliczka hat neulich 72 Species von Gastropoden und Conchiferen beschrieben. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss., B. 43, 1861, S. 157 ff.

Ammonites multicostatus Sow.	*Chemnitzia Periniana* Orb.
. . . . . *difformis* Emmr.	. . . . . *striata* Hörn.
. . . . . *Hierlatzicus* Hau.	. . . . . *acutissima* Hörn.
. . . . . *brevispina* Sow.	*Delphinula reflexilabrum* Orb.
. . . . . *oxynotus* Quenst.	*Euomphalus orbis* Reuss
. . . . . *cylindricus* Sow.	. . . . . . *excavatus* Reuss
. . . . . *stella* Sow.	*Pleurotomaria anglica* Sow.
. . . . . *abnormis* Hau.	. . . . . . *principalis* Münst.
Trochus Simonyi Hörn.	*Neritopsis elegantissima* Hörn.
. . . . *Deslongchampsi* Hörn.	*Terebratula Bouéi* Zeusch.

Diesen organischen Ueberresten zufolge gehören die Hierlatz-Schichten jedenfalls der Liasformation an, und zwar dürften sie der mittleren und oberen Abtheilung der ausseralpinen Territorien entsprechen. Da sie bisher noch keine unterliasischen Formen geliefert, wohl aber einige Formen mit den Klausschichten gemein haben, so könnte diess zu der Folgerung berechtigen, dass sie etwas jünger sind, als die Adnether Schichten, obgleich sie, eben so wie diese, unmittelbar dem Dachsteinkalke aufliegen.

Anm. Indem dieser Bogen redigirt wird, erhalte ich das erste Heft des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie von 1862, in welchem sich S. 59 f. ein Aufsatz von Oppel über das Alter der Hierlatzer Schichten befindet. Aus ihm ergiebt sich, dass folgende Cephalopoden:

Belemnites acutus Mill.	*Ammonites raricostatus* Ziet.
Ammonites obtusus Sow.	. . . . . *laevigatus* Sow.
. . . . . *semilaevis* Hau.	. . . . . *oxynotus* Quenst.
. . . . . *Hierlatzicus* Hau.	. . . . . *Collenoti* Orb.

nebst noch zwei anderen Ammoniten auch ausserhalb der Alpen, und zwar in den Schichten von der Zone des *Pentacrinus tuberculatus* bis zu der Zone des *Am. raricostatus*, bekannt sind, woraus denn Oppel schliesst, dass die Hierlatz-Schichten die obere Hälfte des unteren Lias repräsentiren.

3. Die Fleckenmergel oder Algäuschichten sind bis jetzt nur an wenigen Punkten in geringer Mächtigkeit nachgewiesen worden; ihre organischen Ueberreste, wie z. B.

Ammonites radians Schl.	*Ammonites raricostatus* Ziet.
. . . . . *margaritatus* Orb.	. . . . . *heterophyllus* Sow.

charakterisiren sie aber eben sowohl als liasische Schichten, wie diess in den westlichen Alpen der Fall ist.

Auch auf dem südlichen Abfalle der Alpen, in der Lombardei, sind die theils rothen, theils grauen ammonitenreichen Kalksteine des Lias in einer schmalen Zone bekannt, welche dort gleichfalls dem Dachsteinkalke oder den Kössener Schichten aufgelagert ist. Dahin gehören die schon lange bekannten rothen Kalksteine von Erba bei Como, welchen sich im Westen bis Induno, im Osten bis Brescia zahlreiche Vorkommnisse mit gleichen petrographischen und paläontologischen Eigenschaften anschliessen (Fr. v. Hauer, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. IX, 1858, S. 480 ff.). Man kennt aus diesen rothen Kalksteinen der lombardischen Alpen 35 Cephalopoden, von denen 17 auch bei Adneth vorkommen, was wohl die nahe Verwandtschaft dieser Kalksteine mit den Adnether Schichten hinreichend beweist.

Indem v. Hauer noch einige Bemerkungen über die Liasbildungen der Apenninen hinzufügt, gelangt er schliesslich zu folgenden Resultaten. »In allen den betrachteten Gebieten lässt sich die ganze Liasformation ziemlich ungezwungen in

zwei Haupt-Abtheilungen sondern: eine untere, cephalopodenarme, aber an Fossilien anderer Thierclassen reiche, und eine obere, meist aus rothen Kalksteinen bestehende, welche gewöhnlich nur Cephalopoden, diese aber in überraschender Menge und Verschiedenartigkeit enthält. Der unteren Abtheilung, die in allen Gebieten den *Ammonites bisulcatus* enthält, gehören die Kössener Schichten und der Dachsteinkalk der Nordalpen, die dunklen Kalksteine von Moltrasio in den lombardischen Alpen, der *Calcare salino* in Toscana, endlich die unterste Abtheilung der Liasgesteine der Central-Apenninen an*). Die obere Abtheilung ist in den nordöstlichen Alpen hauptsächlich durch die Adnether Schichten und Fleckenmergel, in den lombardischen Alpen und in Toscana durch den *Calcare ammonitifero rosso,* in den Central-Apenninen durch die mittlere und obere Abtheilung der dortigen Liasgesteine repräsentirt. Ebenfalls der oberen Abtheilung darf man die Hierlatz-Schichten der Nordalpen, sowie die Schichten von la Spezzia zuzählen, wogegen die Marmore von Saltrio und Arzo einen wirklichen Uebergang von der unteren zur oberen Abtheilung darstellen«.

Uebrigens scheint es sich bis zur Evidenz herauszustellen, »dass eine, auch nur für die verschiedenen Liasgebiete Europas allgemein giltige Eintheilung in wesentlich verschiedene, durch bestimmte Faunen charakterisirte Etagen nicht statthaft sei. Ein *Sinemurien, Liasien* und *Toarcien,* oder ein Lias α, β, γ u. s. w. lässt sich im Gebiete der Alpen eben so wenig nachweisen, als es gelingen würde, den Lias in Schwaben oder in Frankreich in Kössener Schichten, Adnether Schichten u. s. w. abzutheilen«.

Man ersieht hieraus, auf welche ganz verschiedene Folgerungen die bayerischen und die österreichischen Geologen in Betreff der alpinen Liasformation gelangt sind.

II. Juraformation in den Alpen.

Während durch die nördlichen Alpen die Liasformation noch in ziemlich stetiger Ausdehnung verfolgt werden kann, so tritt dort die eigentliche Juraformation meist nur in kleineren Partieen oder in schmalen Streifen zu Tage aus, weshalb sie denn an Mächtigkeit und Ausdehnung gar sehr hinter dem Lias zurückbleibt. Da sie nun auch in petrographischer und paläontologischer Hinsicht eigenthümlich ausgebildet ist, so wird eine Parallelisirung ihrer einzelnen Glieder mit denen der ausseralpinischen Territorien sehr schwierig. Schon in den schweizer Alpen gelingt es nicht immer, die Haupt-Etagen der Juraformation wieder zu erkennen, und diese Schwierigkeit wächst, je weiter man sich von dort nach Osten entfernt. So sinken denn, wie Gümbel sagt, die Ablagerungen der Juraperiode abermals in das geheimnissvolle Dunkel eigenthümlicher Entstehungsart zurück, welches sich in den Alpen mit den Liasschichten aufzuhellen begonnen hatte**). Selbst eine Unterscheidung des braunen und des weissen Jura lässt sich nicht überall mit völliger Sicherheit durchführen, während eine weitere Gliederung nur selten einigermaassen geltend gemacht werden kann.

*) Wir erinnern daran, dass die österreichischen Geologen die Kössener Schichten und den Dachsteinkalk als unteren Lias betrachten.

**) Geogn. Beschr. des bayerischen Alpengebirges, S. 481.

A. Juraformation in den schweizer Alpen.

In den westlichen Alpen, sagt Studer, von der Arve bis an die Aar, lassen sich noch mit voller Sicherheit ein unterer, ein mittlerer und ein oberer Jura unterscheiden; in den Alpen der inneren und östlichen Schweiz dagegen fehlt der obere Jura, und muss daher die Gliederung auf zwei Stufen beschränkt werden.

Der untere Jura scheint näher gegen die Mittelzone der Alpen vorzüglich dem oberen Gliede des braunen Jura, oder der Kellowaygruppe zu entsprechen; doch deuten einzelne Petrefacten auch das Vorkommen älterer Glieder an. Ueber ihm liegt, als mittlerer Jura, eine sehr mächtige Kalkbildung, in welcher nur Einlagerungen von Schiefer eine grössere Anzahl von Petrefacten enthalten. Sie bezeichnen diese Stufe als oberen Oxfordkalk, dem *terrain à chailles* entsprechend. Die eigentlichen Oxfordmergel sowie der Coralrag sind nicht mit Sicherheit zu erkennen. Ueber den erwähnten Kalkmassen liegt oft unmittelbar die Kreide oder der Nummulitenkalk.

Zwischen der Arve und Aar entspricht aber die Gliederung mehr der im Jura herrschenden. Wie dort der Lias deutlich entwickelt ist, so lassen sich auch paläontologisch noch einzelne Abtheilungen des braunen und des weissen Jura unterscheiden. Ueber dem mittleren Jura oder Oxfordkalk ist aber noch, zum Theil in grosser Mächtigkeit, der obere Jura, mit Petrefacten der Kimmeridgegruppe entwickelt.

Indem wir diese kurze Uebersicht aus Studers Geologie der Schweiz (II, 40 f.) entlehnen, verweisen wir wegen der weiteren Ausführungen auf dieses Werk selbst, welches ja das trefflichste ist, was wir über die Alpen besitzen.

B. Juraformation in den bayerischen und tiroler Alpen.

Nach Gümbel ist es besonders eine Zone, welche sich mehr oder weniger weit im Hangenden der Fleckenmergel fast überall mit grosser Beständigkeit zu erkennen giebt: nämlich eine mächtige Schieferzone von bunter Färbung, ausgezeichnet durch Reichthum an Hornstein uud durch die niemals fehlenden Aptychen. Dahin gehören die berühmten Wetzsteinschichten von Ammergau, welche Schafhäutl für liasisch und Emmrich für neocom erklärte, während sie wohl nur als die obersten Schichten der Juraformation zu betrachten sind; mit ihnen sind die von Lipold beschriebenen Schichten von Oberalm bei Hallein identisch. Unter diesen Schichten erscheinen, jedoch nur stellenweise, verschiedene Kalksteine, welche nach ihrer Lagerung wie nach ihren Petrefacten als Gesteine der Juraformation charakterisirt sind, aber doch meist verschiedenen Etagen derselben zugerechnet werden müssen. Nach ihren petrographischen Eigenschaften lassen sich überhaupt folgende fünf Bildungen unterscheiden:

1. Der weisse und der rothe Kalkstein von Vils, südlich von Füssen,
2. der dunkelrothe Kalkstein vom Haselberge bei Ruhpolding,
3. der dunkelgraue Kalkstein von Au im Bregenzer Thale,

4. der weissliche, korallenführende Kalkstein vom Barmsteine bei Berchtesgaden, und
5. die buntfarbigen, hornsteinreichen, aptychenführenden Kalkschiefer.

Während nun der obere fossilfreie Theil der Fleckenmergel (S. 937) möglicherweise den unteren Theil des braunen Jura repräsentirt, so scheinen die Kalksteine von Vils, von Ruhpolding und Au der Kellowaygruppe, der Korallenkalkstein des Barmsteins der Oxfordgruppe und die Aptychenschiefer der Kimmeridgegruppe zu entsprechen.

1. Das herrschende Gestein bei Vils ist ein ziemlich reiner, graulichweisser, meist dichter, bisweilen durch Krinoidenglieder krystallinischer Kalkstein, welcher fast massig und ohne eine eigentliche Schichtung erscheint, obgleich die Vertheilung der Petrefacten auf eine fast horizontale Lagerung schliessen lässt*). Die organischen Ueberreste bestehen sehr vorwaltend aus Terebrateln und Rhynchonellen, von denen einige Species oft das ganze Gestein erfüllen; dagegen gehören Ammoniten und Conchiferen zu den Seltenheiten. Ueberhaupt fand Oppel 24 verschiedene Species, unter denen *Terebratula pala Buch*, *T. antiplecta Buch* und *Rhynchonella Vilsensis Opp.* ausserordentlich häufig, nächstdem aber *Terebratula Vilsensis Opp.*, *T. Calloviensis*, *Rhynchonella myriacantha Desl.* und *Rh. trigona Quenst.* noch am öftersten vorkommen; unter den sehr seltenen Ammoniten befinden sich *Am. convolutus* und *Am. hecticus*. Aus diesen Fossilien schliessen Gümbel und Oppel, dass der weisse Vilser Kalkstein in die Kellowaygruppe gehört.

Anm. Mit diesem weissen Kalksteine, und an einem Punkte ihn scheinbar gangförmig durchsetzend, kommt nun aber auch bei Vils ein dunkelrother, marmorähnlicher Kalkstein vor, welcher ganz andere organische Ueberreste enthält, und jünger zu sein scheint, als jener. Oppel ist geneigt, ihn dem sogenannten Klippenkalke der Karpathen gleich zu stellen, mit welchem er allerdings *Ammonites tatricus Pusch*, *Am. Zignodianus Orb.* und *Terebratula Bouéi Zeusch.* gemein hat.

2. Der Kalkstein vom Haselberge bei Ruhpolding ist dunkel ockerroth, dabei licht-grün gefleckt und geadert, dicht, oft knollig abgesondert und dünnschichtig. Nach seinen Versteinerungen, als:

Ammonites biplex Sow.	*Ammonites triplicatus Quenst.*
. . . . . *plicatilis Sow.*	*Belemnites hastatus Blainv.*
. . . . . *annularis Schl.*	*Aptychus laevis Münst.*
. . . . . *tatricus Pusch*	*Sphenodus sp.*

scheint er allerdings der Kellowaygruppe näher zu stehen, als einer anderen Abtheilung der ausseralpinen Juraformation.

3. Der Kalkstein von Au ist dunkelgrau bis graulichweiss, dicht, dünnschichtig, enthält nach Gümbel:

Ammonites Zignodianus Orb.	*Ammonites biplex Sow.*
. . . . . *Lamberti Sow.*	*Belemnites semihastatus* und
. . . . . *convolutus Schl.*	*Terebratula globata Sow.*

und ist daher wohl gleichfalls noch als ein Glied der Kellowaygruppe zu betrachten.

4. Der Kalkstein des Barmsteins ist graulichweiss, dicht, und erscheint häufig als ein gemengtes Gestein, indem er krystallinische Theile, Hornstein-Fragmente und grünlich oder röthlich gefärbte Thonsteinbrocken einschliesst; bisweilen

*) Oppel, über die weissen und rothen Kalke von Vils, in den Württemb. naturwiss. Jahresheften, XVII, 1861, S. 1 ff.

gewinnt er eine unvollkommen oolithische Structur durch zahlreiche Foraminiferen. Er enthält häufige Reste von Amorphozoën und Korallen (von *Scyphia*, *Tragos*, *Astraea*, *Lithodendron*), welche aber so schlecht erhalten sind, dass sie meist keine Bestimmung gestatten, was bisher nur mit zweien, nämlich mit *Scyphia cylindrica* und *Astraea castellum* gelungen ist. Dieser Kalkstein steht den Spongitenkalksteinen Schwabens am nächsten, und dürfte daher in die Oxfordgruppe gehören.

5. Die Kalkschiefer von Ammergau bestehen meist aus einem gelben, grauen oder weissen, selten röthlich oder grünlich gestreiften, sehr dichten, spröden und klingenden, im Bruche muscheligen, kieselhaltigen und thonigen Kalksteine, welcher nach der Auflösung in Säuren einen flockigen, thonigquarzigen Rückstand und sparsame Kieselnadeln hinterlässt. Nur wenige Lagen innerhalb des sehr mächtigen Schichtensystems sind als Wetzsteine brauchbar. Die mehr erdigen und sandigen Varietäten bilden die bunten Schiefer, welche mit den Wetzsteinen innig verbunden sind. Dass die Oberalmer Schichten gleichfalls hierher gehören, diess wurde bereits bemerkt.

Diese Schiefer enthalten ganz vorzüglich und fast ausschliesslich Aptychen, namentlich *Aptychus alpinus* Gümb., *A. lamellosus* Münst., *A. imbricatus* Mey., *A. latecostatus* Gümb., *A. intermedius* Gümb. und *A. protensus* Gümb.; eine merkwürdige Erscheinung, welche nach Gümbel auf eine pelagische Bildung zu verweisen scheint; denn, wenn die Aptychen wirklich Theile von Ammoniten sind, so sanken sie als schwere Körper auf den Meeresgrund, während die leichten Schalgehäuse fortschwammen und in der Nähe der Küste abgesetzt wurden. Bei Oberalm kamen zugleich mit den Aptychen auch *Ammonites biplex*, *Belemnites Coquandus*, ein Belemnit ähnlich dem *B. hastatus*, *Disaster carinatus*, eine *Cidaris* und ein *Eugeniacrinus* ähnlich dem *caryophyllatus* vor. Im Allgemeinen scheinen diese Kalkschiefer der Kimmeridgegruppe anzugehören.

Die oolithischen Kalksteine Englands und Frankreichs, die Korallenkalksteine Schwabens und Frankens fehlen in der Juraformation der bayerischen Alpen; auch stimmen die organischen Ueberreste nur zum kleinen Theile mit ausseralpinen Formen überein. »So sehen wir denn die, bereits bei dem Lias und bei der Trias hervorgehobene Differenz zwischen den gleichzeitig entstandenen Sedimenten innerhalb und ausserhalb der Alpen, bei der Juraformation in noch gesteigertem Maasse hervortreten, ja sogar ihr Maximum erreichen« (Gümbel, a. a. O. S. 517). Süss ist geneigt, die alpinische Bildung für eine pelagische Facies der subpelagischen Bildung des schwäbischen Jura zu erklären.

C. Juraformation in den österreichischen Alpen.

Die so eben angedeuteten Verhältnisse setzen sich auch in den österreichischen Alpen fort. Geringere Sicherheit als in Betreff der verschiedenen Liasgebilde, sagt Franz v. Hauer, herrscht auch dort in Betreff der Juragebilde, welche einstweilen nur in zwei (oder drei) Gruppen zu trennen sein möchten, deren untere die sogenannten Klaus-Schichten begreift, während der zweiten Gruppe die hornsteinreichen Kalksteine von St. Veit bei Wien nebst einigen anderen isolirten Vorkommnissen, der dritten Gruppe endlich die Kalksteine des Plassenberges bei Hallstatt zufallen würden*).

*) Franz v. Hauer, Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, B. IV, 1853, S. 749 ff. Andere hier eingeschaltete Bemerkungen entlehnten wir aus der Abhandlung von Oppel über die weissen und rothen Kalke von Vils, und aus der Abhandlung von Peters über die Nerineen des oberen Jura in Oesterreich, in Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss., B. 16, 1855, S. 336 ff.

1. Unterer Jura in den österreichischen Alpen.

Der weisse Kalkstein von Vils scheint am Gunstberge bei Windischgarten wiederum aufzutauchen, wo in einem theils weissen, theils röthlichen Kalksteine *Terebratula pala, T. antiplecta, Rhynchonella trigona* und *R. senticosa* (*myriacantha*?) eben so zahlreich vorkommen wie bei Vils. Vielleicht gehört auch der graue Kalkstein von der Grossau hierher, aus welchem Quenstedt die *Rhynchonella trigona* citirt.

Die Klaus-Schichten, nach ihrem Vorkommen auf der Klausalpe bei Hallstatt benannt, sind braunrothe bis ziegelrothe, oft oolithische Kalksteine, welche eine ziemliche Menge von Petrefacten beherbergen und dem Dachsteinkalke discordant aufgelagert sind. Andere Puncte ihres Vorkommens liegen weiter östlich, in der Nähe von Wien, wo sie den Adnether Schichten in petrographischer Hinsicht ganz ähnlich werden, wie bei Enzesfeld. Von den 16 Species, welche Franz v. Hauer aufführt, sind besonders

Ammonites tatricus Pusch	*Ammonites Eudesianus Orb.*
. . . . . *Zignodianus Orb.*	*Rhynchonella senticosa Schl.* und
. . . . . *Hommairei Orb.*	*Terebratula Bouéi Zeusch.*
. . . . . *Kudernatschi Hau.*	

zu erwähnen. Die drei zuerst genannten Species sowie *Terebratula Bouéi* finden sich auch in dem rothen Kalksteine von Vils, während in dem Klippenkalke statt *Ammonites Hommairei* der *Am. ptychoicus Quenst.* zugleich mit den drei übrigen Species bekannt ist. Da jedoch der Klippenkalk besonders durch das Vorkommen von *Terebratula diphya* ausgezeichnet ist, welche den Klausschichten fehlt, so glaubt Oppel nicht, dass sich diese letzteren mit dem Klippenkalke vereinigen lassen, wie er denn auch ihre Identität mit dem rothen Kalke von Vils bezweifelt, und sie mit Franz v. Hauer noch dem unteren Jura zurechnet.

2. Oberer Jura in den österreichischen Alpen.

Dahin gehören zuvörderst die rothen, hornsteinreichen Kalksteine zwischen St. Veit, Lainz und Hietzing bei Wien, welche inselartig aus dem umgebenden Tertiärlande auftauchen, und eine grosse Menge von *Aptychus lamellosus, Apt. latus* und *Belemnites hastatus* enthalten; ferner die im Gebiete des Wiener Sandsteins auftretenden, von Czizek beschriebenen weissen Kalksteine und rothen Schiefer mit Aptychen und Belemniten; sowie die am Krenkogel in der Grossau, im Pechgraben und an der Vorderlegstätte bei Aussee vorkommenden hellgrauer Kalksteine mit *Ammonites inflatus* und einigen anderen Fossilien. Dazu gesellen sich die grauen Kieselkalke und Kalkschiefer mit Aptychen, welche Lipold als Schichten von Oberalm (bei Hallein) beschrieben hat.

Vorzüglich interessant als entschieden jüngste Bildung des oberen Jura ist nach Peters der Nerineenkalkstein des Plassenberges bei Hallstatt und des Sandling bei Aussee, welcher mit jenem von Inwald bei Krakau und von Stramberg bei Neutitschein in Mähren vollkommen übereinstimmt, und weit in die Karpathen hinein verfolgt werden kann. Am Plassenberge ist es ein blendendweisser breccienartiger, zum Theil auch ein gelblicher oder bräunlicher, dichter Kalkstein, in welchem sehr viele Nerineen und auch Diceraten vorkommen. Die wichtigsten Species dieses Kalksteins sind:

Nerinea Bruntutana Thurm.	*Cerithium nodosostriatum Pet.*
. . . . *Staszycii Zeusch.*	*Natica Inwaldiana Zeusch.*
. . . . *Zeuschneri Pet.*	. . . *Dejanira Orb.*
. . . . *Hoheneggeri Pet.*	*Diceras arietinum Lam.*
. . . . *Plassenensis Pet.*	. . . . *Lucii Defr.*

Alle diese und noch andere Species finden sich auch bei Stramberg oder Inwald, und es unterliegt daher keinem Zweifel, dass diese obersten jurassischen Schichten Salzburgs mit jenen von Mähren und Krakau, sowie mit den Nerineenkalksteinen des Jura und Frankreichs identisch sind.

Auch in den lombardischen und venetianer Alpen existirt die eigentliche Juraformation, obwohl die Gränzen derselben oft zu weit gesteckt worden sind, indem theils alle rothen Ammonitenkalke der Lombardei, theils alle jene hellfarbigen Kalksteine, welche unter dem Namen Majolica bekannt sind, mit ihr vereinigt wurden, während doch sehr viele von jenen der Liasformation, und viele sogenannte Majolica-Kalksteine, als Aequivalente des Biancone, der Neocombildung angehören*).

Dass aber zwischen diesen beiden Formationen schon im westlichen Theile der Lombardei auch wirkliche Juragesteine vorkommen, diess ist nicht zu bezweifeln. Weiter im Osten, namentlich am Gardasee, erlangen diese Juraschichten eine weit grössere Verbreitung, und östlich davon, in den venetianer Alpen, gehören in der That alle bisher bekannt gewordenen rothen Ammonitenkalksteine der Juraformation an. Diese Deutung der rothen Kalksteine gab zuerst der würdige Catullo in seiner *Zoologia fossile* (1827), und obgleich er zeitweilig seinen italiänischen Collegen einige Concessionen machte, so hat er doch später seine erste Ansicht wiederum als die richtige anerkannt, und in der Abhandlung: *Sopra una nuova classificazione delle calcaree rosse* geltend gemacht. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. 3, 1852, S. 126 ff. Dass auch der rothe Kalkstein von Roveredo in Tirol mit *Terebratula diphya* **), sowie andere daselbst vorkommende Kalksteine mit *Ter. pala* hierher gehören, diess ist wohl gewiss. Oppel, a. a. O. S. 18.

§. 418a. *Jurassische Formationsgruppe in Oberschlesien, Polen, Galizien, Ungarn, Russland u. s. w.*

In den Karpathen und in Mähren spielt die Juraformation gleichfalls eine wichtige Rolle, wie zuerst Boué und nach ihm Beyrich gezeigt haben, welcher Letztere uns auch über das Vorkommen des braunen und weissen Jura in Polen und Oberschlesien belehrte. Auch Lill v. Lilienbach, Pusch, Zeuschner und Andere lieferten sehr werthvolle Beiträge zur Kenntniss dieser jurassischen Territorien, bis endlich in der neuesten Zeit durch Franz v. Hauer, Dionys Stur und Hohenegger eine klarere Einsicht in die Verhältnisse der dortigen Bildungen gewonnen wurde.

A. Juraformation in Polen und Oberschlesien.

Die Juraformation Polens bildet nach Beyrich und Zeuschner einen Zug, welcher sich von Wielun bis nach Krakau erstreckt, und in seinen petrographischen und paläontologischen Eigenschaften, sowie in seiner allgemeinen Gliederung ziemlich übereinstimmend mit dem schwäbischen Territorio erweist.

---

*) Franz v. Hauer, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. IX, 1858, S. 486 f.

**) Diese Kalksteine mit *Terebratula diphya* erlangen auch bei Peutelstein in Tyrol und in den Ampezzaner Alpen eine bedeutende Verbreitung.

Der braune Jura beginnt mit braunen, an Fossilien armen Sandsteinen, welche weiter aufwärts kohlensauren Kalk aufnehmen, und endlich in einen grauen, äusserlich aber gelb bis braun gefärbten, meist mit Sand gemengten Kalkstein übergehen, welcher sehr reich an trefflich erhaltenen Versteinerungen ist. Dahin gehören z. B. *Terebratula perovalis*, *T. bullata*, *T. concinna*, *T. varians* und andere Species; ferner *Lima pectiniformis*, *Pecten lens* und *P. fibrosus*, *Pholadomya Murchisoni*, *Ammonites Murchisonae*, *A. hecticus*, *A. Herveyi* und andere den braunen Jura bezeichnende Formen. Zeuschner, Karstens Archiv, B. 19, 1845, S. 709 ff.

In Oberschlesien, bei Kreuzburg und Landsberg, sowie im angränzenden Polen bei Krzepice, da sind es Massen von Thon, Letten und Sand mit vielen Eisensteinen, welche bald in stetigen Schichten, bald in Knollen und Nieren auftreten, auch schmale Kohlenflötze. In der Regel sind alle diese Gesteine fossilfrei; bei den genannten Orten aber enthalten die Eisenerze viele Petrefacten, unter denen *Pholadomya Murchisoni* und *Ammonites Parkinsoni* besonders häufig vorkommen. Diese Schichten lassen sich mit wenig Unterbrechungen bis nach Pilica verfolgen, während ein getrennter Zug ähnlicher Gesteine zwischen Gleiwitz und Ratibor auftritt. Beyrich, Karstens Archiv, B. 18, 1844, S. 57 f.

Der weisse Jura lässt nach Zeuschner ebenfalls besonders zwei Abtheilungen unterscheiden. Die untere besteht in drei Etagen aus rothen, hellgrauen und weissen Kalksteinen, in welchen keine Korallen, aber viele planulate Ammoniten und *Terebratula lacunosa* nebst anderen charakteristischen Terebrateln vorkommen. Die obere Abtheilung besteht aus weissen oder hellfarbigen, theils mergeligen und ungeschichteten, theils reinen und dann mächtig geschichteten Kalksteinen, in welchen Spongiten (zumal Scyphien), *Terebratula biplicata*, *T. ornithocephala*, *T. trilobata*, *T. lacunosa* und viele Ammoniten, besonders aus der Familie der Planulaten, nebst anderen Fossilien des oberen weissen Jura gefunden werden. Diese Abtheilung bildet Plateaus mit spaltenähnlichen, schroffen Querthälern, und zeigt überhaupt eine auffallende Aehnlichkeit mit den Kalksteinen der schwäbischen Alp. Zeuschner in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 19, 1845, S. 605 ff. — Die Nerineenkalksteine von Inwald und Roczyny, welche am nördlichen Abhange der Beskiden auftreten, stehen mit diesem Spongitenkalksteine in keiner unmittelbaren Verbindung, eben so wenig, wie die oolithischen Kalksteine mit *Exogyra virgula* bei Korytnice. Zeuschner, Neues Jahrb. für Min. 1860, S. 679 ff.

B. Juraformation in Mähren.

Boué erkannte wohl zuerst die jurassische Natur derjenigen Kalksteine, welche in vielen Bergen zwischen Ernstbrunn (nördlich von Wien) und Nikolsburg in Mähren aufragen, von dort aus in isolirten Partieen bis nach Latein bei Brünn, und auch in nordöstlicher Richtung bis Stramberg bekannt sind, worauf sie abermals in Galizien bei Andrychau (Inwald und Roczyny) auftauchen. Sie gehören alle der weissen Juraformation an, welche sonach von Krakau aus einerseits bis nach Wielun, anderseits bis nach Ernstbrunn zwei mehr oder weniger unterbrochene, und auf einander fast rechtwinkelig streichende Züge bildet*).

---

*) In Böhmen ist die Juraformation noch nirgends nachgewiesen worden. Ueber das ganz vereinzelte und höchst merkwürdige Vorkommen jurassischer Schichten bei Hohnstein in Sachsen, von welchem im ersten Bande S. 932 die Rede gewesen ist, gab Cotta in der Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen. Heft V, S. 450, sowie im zweiten Hefte seiner geognostischen Wanderungen ausführliche Mittheilungen. Im Elbthale abwärts liegen die nach-

Die vielfach besprochenen Kalksteine von Stramberg in Mähren, und von Inwald bei Andrychau in Galizien finden sich nicht nur bei diesen Orten anstehend, und zwar unter Verhältnissen, welche ihre gewaltsame Emportreibung durch die Schichten jüngerer Formationen beweisen, sondern sie erscheinen auch, wie Hohenegger gezeigt hat, an vielen anderen Orten auf secundärer Lagerstätte, als exotische Vorkommnisse, in kleineren oder grösseren, zum Theil colossalen, bis hausgrossen Blöcken, mitten innerhalb der Schichten der Neocombildung und selbst jüngerer Glieder der Kreideformation; was früher manche Irrthümer und Verwirrungen veranlasst hat, weil man die riesengrossen, als Felsen hervorragenden Blöcke oft für anstehendes Gestein (I, 866) hielt.

Es sind weisse oder doch meist hellfarbige, sehr feinkörnige bis dichte, massige oder sehr undeutlich geschichtete Kalksteine von grosser Reinheit, welche zum Theil mit einem weisslichen Schiefer wechsellagern, wie namentlich bei Andrychau. Schon Beyrich erklärte diese Kalksteine für oberjurassisch, und Zeuschner erkannte ihre Identität mit dem Nerineenkalksteine von Bruntrut im Kanton Bern. Diese Deutung ist denn auch später von Hohenegger bestätigt worden, welcher den Stramberger Kalkstein mit den Nerineenschichten der Schweiz sowie mit den Dicerasschichten von Kelheim parallelisirt, und in die Kimmeridgegruppe verweist. Unter den vielen von ihm aufgeführten Fossilien finden sich nicht weniger als 15 Species von *Nerinea*, *Diceras speciosum* und *D. Münsteri*, zahlreiche Brachiopoden, Korallen, Amorphozoën und andere Formen, welche jene Deutung vollkommen rechtfertigen.

Das Vorkommen der weissen Juraformation zwischen Nikolsburg, Brünn und Stramberg in Mähren erlangt eine grosse Wichtigkeit für die Aufklärung der Verhältnisse bei Blansko. Beyrich überzeugte sich, dass fast das ganze dortige, durch seine Eisenerze so wichtige Sandsteingebirge, welches v. Reichenbach so ausführlich als Quadersandstein beschrieben hatte, dem Jura angehört. Im Dorfe Olomuczan trifft man über dem Syenite gelbliche, kieselige Kalksteine, welche deutlich geschichtet in unregelmässig knolligen Platten brechen, indem sie von festeren, zum Theil drusigen Kieselwülsten nach allen Richtungen durchzogen werden. Zwischen und über diesen kieseligen Kalksteinen liegen zerbröckelnde Kalkmergel, mit *Ammonites annularis*, *A. athleta*, *A. convolutus*, *A. crenatus*, *A. cordatus* und *A. Lamberti*, mit glatten Terebrateln und Belemniten. Diess sind die untersten Schichten der dortigen Juraformation, welche dem oberen Theile des braunen Jura entsprechen. Hinter den letzten Häusern des Dorfes beginnen reine Hornsteinschichten, welche weiterhin ausschliesslich auftreten und nach Ruditz hin die Eisenerze begleiten. *Cidaris coronata*, *Diadema subangulare*, *Hemicidaris crenularis*, *Pentacrinus cingulatus*, *Rhynchonella lacunosa*, *Belemnites hastatus*, *Ammonites biplex* und andere Fossilien beweisen, dass diese Gesteine dem weissen Jura zugerechnet werden müssen. Vergl. auch oben, S. 897; besonders aber Reuss, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, B. V, 1854, S. 680 ff., wo eine sehr genaue Beschreibung dieser Juragebilde von Blansko und Olomuczan mitgetheilt und schliesslich aus den Versteinerungen die wahre bathrologische Stellung beider Etagen gefolgert wird.

C. Juraformation in Ungarn.

Nach Franz v. Hauer und Dionys Stur lassen sich auch im nördlichen Ungarn von unten nach oben folgende Abtheilungen der Juraformation unterschei-

---

sten Punkte des Vorkommens jurassischer Schichten westlich von Magdeburg, zwischen den Dörfern Wellen und Gross-Rodensleben, wo Ewald graue Kalksteine und Dolomite mit Nerineen und Korallen entdeckt hat. Zeitschr. der deutschen geol Ges. XI, S. 8.

den, welche eine Verbindung zwischen den alpinischen und den karpathischen Territorien dieser Formation erkennen lassen.

1. Vilser Schichten. Kalksteine, welche meist hellfarbig und reich an Krinoidengliedern sind, dabei aber unter anderen Fossilien besonders *Terebratula pala*, zum Theil auch *Rhynchonella trigona* und *Rh. senticosa* enthalten, weshalb sie von den genannten beiden Beobachtern dem weissen Kalksteine von Vils parallelisirt werden. Sie sind im Unghvarer und Marmaroscher Comitate sowie in den Flussgebieten der Waag und Neutra sehr verbreitet, und lassen oft noch ihre Auflagerung auf Schichten der Liasformation erkennen.

2. Klippenkalk. Meist rother, oft weiss gefleckter, dichter Kalkstein, ganz ähnlich dem von Pusch so genannten Klippenkalke von Rogocznik, bei Neumarkt im angränzenden Galizien, welcher dort und anderwärts in schroffen Felsen aus den umgebenden jüngeren Gesteinen hervorragt, gerade so, als ob er durch diese Gesteine gewaltsam hindurchgestossen worden sei*). Für diesen Kalkstein sind besonders *Ammonites Zignodianus, A. ptychoicus, A. tatricus, Terebratula Bouéi* und *T. diphya* als sehr bezeichnende Fossilien zu nennen. Aus denen von Stur mitgetheilten Profilen ergiebt sich, dass er unmittelbar dem Vilser Kalksteine aufliegt.

3. Stramberger Kalk. Weisser, dichter, im Bruche muscheliger Kalkstein mit

Ammonites Erato Orb.	*Terebratula diphya* Col.
. . . . . *ptychoicus* Quenst.	. . . . . *Bilimeki* Süss
. . . . . *Adelae* Orb.	. . . . . *nucleata* Buch

und anderen Fossilien, welche die Identificirung dieses Kalksteins mit dem Stramberger Kalke zu rechtfertigen scheinen.

Alle diese durch *Ammonites tatricus, Terebratula diphya* und *T. triangulus* charakterisirten Kalksteine, welche in der Juraformation der Karpathen, Ober-Italiens und des südlichen Frankreich eine so wichtige Rolle spielen, gehören zu demjenigen Territorio der weissen oder oberen Juraformation, welches Leopold v. Buch das mittelländische System, und Marcou die *Province jurassique hispano-alpine* nannte. Indessen soll sich *Terebratula diphya* auch noch in der Neocombildung vorfinden.

Alcide d'Orbigny betrachtet jedoch die im Neocomkalksteine vorkommende Terebratel als eine besondere Species, welche er unter dem Namen *Terebratula diphyoides* aufführt. Süss, dem wir eine monographische Beschreibung der so merkwürdigen *T. diphya* verdanken, erwähnt viele Localitäten ihres Vorkommens, und war mit v. Kudernatsch geneigt, die betreffenden Schichten tiefer zu stellen, und den Macrocephalus-Schichten anderer Länder zu parallelisiren. Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie. Bd. 8, S. 562. Dagegen verwiesen Quenstedt und Fraas die Kalksteine mit *Terebratula diphya* und *Ammonites tatricus* in den weissen Jura, was wohl auch gegenwärtig allgemein angenommen wird. Es verdient aber die Ansicht von Quenstedt und Fraas um so mehr eine Berücksichtigung, weil die Kalksteine dieser Etage weit mehr an den weissen, als an den braunen Jura erinnern; weil die beiden genannten Leitfossilien auch in der Neocombildung vor-

*) Diess ist auch die Ansicht von Boué und Beyrich, während Zeuschner sich wiederholt dagegen ausgesprochen hat. Das lehrreiche Profil, welches Murchison im *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. V, p.* 259 mitgetheilt und beschrieben hat, lässt die Verhältnisse dieses Klippenkalkes von Rogocznik zu den jüngeren Formationen sehr schön erkennen.

kommen sollen; weil nach Thiollière in der Provence über den Mergeln mit *Ammonites coronatus* und *tumidus* die dichten Kalksteine liegen, welche neben jenen beiden Fossilien auch viele andere, für den weissen Jura charakteristische Formen enthalten (*Bull. de la soc. géol. 2. série, V, p.* 31), und weil nach Murchison dieselben Kalksteine im Kanton der Sette Communi überall die obersten Schichten der Juraformation bilden, welche hoch über anderen Schichten mit *Diceras* und *Nerinea* liegen. *Quarterly Journal of the geol. soc. V, p.* 180.

D. Juraformation in Russland.

In Russland gewinnt die Juraformation eine ansehnliche Verbreitung; doch nur in der Krimm und am Kaukasus erhebt sie sich zu wirklichen Gebirgsketten; ausserdem bildet sie nur flaches oder hügeliges Land, wie bei Popilani im Gouvernement Wilna, in dem Bassin von Moskau, von wo aus sich die Formation über Wladimir bis nach Simbirsk erstreckt, und in der Steppe südlich und westlich von Orenburg. Auch zieht sich durch die Ebenen von Kostroma aus nach Nordosten bis an den Fuss der Timankette ein grosses jurassisches Bassin, welches, nach einiger Unterbrechung, auf der Westseite dieser Kette bis in die Halbinsel Kanin verfolgt werden kann; endlich wird nach Keyserling das ganze Petschoraland, d. h. der dreieckige Landstrich zwischen der Timankette, dem nördlichen Ural und dem Eismeere von der Juraformation erfüllt. Alle diese Regionen gehören wesentlich der braunen Jurabildung an. Nur im Süden des Landes, am oberen Donetz, bei Isium, Petrowsk und Kamenka, erscheint auch die weisse Juraformation mit ihren charakteristischen Fossilien wie in Teutschland und bei Krakau. In der Krimm endlich und im Kaukasus findet sich die Juraformation mit ähnlichen Charakteren, wie in den Alpen.

Ueber die Juraformation der Umgegend von Moskau hat kürzlich Trautschold eine sehr interessante Abhandlung veröffentlicht, aus welcher wir das Folgende entnehmen*).

Man hatte bisher die Ansicht, dass die russischen Juragebilde dem englischen Kellowayrock und Oxfordthone aequivalent seien. Dreijährige Studien im Gebiete des Moskauer Bassins haben jedoch Trautschold zu der Ueberzeugung geführt, dass das russische Jurameer von dem westeuropäischen Meere getrennt gewesen sein muss, dass sich die Thiere in beiden Meeren nicht in derselben Aufeinanderfolge entwickelt haben, dass die petrographische Beschaffenheit der russischen Formation eine ganz abweichende, und eben so die Fauna derselben grossentheils eine eigenthümliche ist.

Seit der Erscheinung des wichtigen Werkes: *The Geology of Russia* von Murchison, Verneuil und Keyserling sind durch die Arbeiten von Rouillier, Wossinski, Auerbach u. A. im Bassin von Moskau drei, petrographisch und paläontologisch recht wohl unterscheidbare Stufen nachgewiesen worden, obgleich solche nur eine geringe Mächtigkeit besitzen. Am deutlichsten ist diese Gliederung an der Moskwa zwischen den Dörfern Mniowniki und Schelepischa aufgeschlossen, wo das 40 bis 50 Fuss hohe Ufer von den Schichten der Juraformation gebildet wird.

1. Untere Stufe. Sie besteht aus grauem, mit weissen Glimmerschüppchen gemengtem Thone, welcher stellenweise viele härtere Concretionen umschliesst. Diese Stufe ist zwar bei Mniowniki ziemlich arm, bei Galiowa, 13 Werst

*) Zeitschrift der deutschen geol. Ges. B. 13, 1861, S. 361 ff.

von Moskau, aber sehr reich an Fossilien, unter welchen *Ammonites alternans* Buch und *Am. Humphriesianus* Sow. ganz vorzüglich bezeichnend sind, zu denen sich noch

Belemnites Panderianus Orb.	*Cucullaea concinna* Goldf. und
Dentalium subanceps Traut.	*Rhynchonella furcillata* Theod.

als wahre Leitfossilien gesellen.

2. Mittlere Stufe. Sie wird hauptsächlich von einem schwärzlichen, etwas thonigen aber nur wenig consistenten Sande gebildet, innerhalb dessen jedoch ein paar festere kalkhaltige Schichten vorkommen, welche besonders reich an Fossilien sind; auch der lockere Sand enthält stellenweise viele, jedoch meist zerbrochene Conchylien. Für diese Stufe sind

Ammonites virgatus Buch	*Belemnites absolutus* Fisch.
. . . . . *bifurcatus* Schl.	*Astarte ovoides* Buch und
. . . . . *biplex* Sow.	*Rhynchonella oxyoptycha* Fisch.

ganz besonders charakteristisch, weil sie ihr ausschliesslich angehören.

3. Obere Stufe. Dieselbe besteht wesentlich aus olivengrünem oder bräunlichem Sande, welcher durch wenig Thon locker verbunden ist; bei Mniowniki enthält er sehr wenige Fossilien, bei Charaschowo dagegen ist er dermaassen erfüllt mit Conchylien, dass der Sand fast verschwindet, zumal nach unten, wo das Gestein sehr eisenschüssig ist. Als eigenthümliche Species sind besonders

Ammonites catenulatus Fisch.	*Pecten nummularis* Keys.
. . . . . *Koenigi* Sow.	*Thracia Frearsi* Orb. und
Panopaea peregrina Orb.	*Cyprina laevis* Rouill.

zu erwähnen, während *Aucella mosquensis* Keys., welche allerdings die Hauptmasse des Muschellagers von Charaschowo bildet, auch in der mittleren Stufe nicht selten ist.

Alle diese Schichten treten auch an vielen anderen Orten des Gouvernements Moskau zu Tage aus, bisweilen mit anderen Ablagerungen, welche vielleicht anderen Horizonten angehören; wie z. B. unterhalb Moskau bei Mjatschowska, wo mächtige Schichten eines bräunlichen oolithischen Thones mit *Ammonites cordatus* und *Terebratula varians* über dem Kohlenkalksteine liegen.

Ueberhaupt aber enthält die Juraformation des Moskauer Bassins 235 Species, von denen 133 auch im westlichen Europa bekannt sind, während 102 bis jetzt nur in Russland gefunden wurden. Indem Trautschold die bathrologische Vertheilung dieser Species mit jener in Westeuropa vergleicht, gelangt er auf das Resultat, dass möglicherweise die drei Moskauer Stufen den *Inferior Oolite*, den *Bath-Oolite* und den *Kellowayrock* repräsentiren können, der *Oxfordclay* aber in den braunen Schichten mit *Gryphaea dilatata*, zwischen Murom und Jelatma an der Oka, seine Vertretung findet.

»Zur Gewissheit, schliesst der Verf., ist mir nur Das geworden, dass die Lebensdauer der Species eine längere gewesen sein muss, und dass sie viel häufiger die Gränze einer Schicht überschritten hat, als gewöhnlich angenommen wird. Unser Moskauer Jura liefert wieder ein schlagendes Beispiel, dass es zur Bestimmung des relativen Alters der Schichten nicht immer hinreicht, die kleinsten Ablagerungen in strenger Sonderung von einander zu halten, da es, trotz der genauen Bekanntschaft mit den westeuropäischen Depots und ihrem organischen Inhalte, doch nicht gelingen will, drei gut charakterisirte und fossilreiche Schichten Russlands jenen mit Bestimmtheit zu coordiniren«*). Und diess ist wohl auch ganz

---

*) A. a. O. S. 451 und 452. Schon früher sprach sich Trautschold noch entschiedener dahin aus: *que la classification des terrains de l'Ouest de l'Europe est* absolument inadmis-

natürlich, weil gewiss nicht anzunehmen ist, dass die identischen oder auch nur die analogen Species überall auf der Erde zugleich entstanden und ausgestorben sind, vielmehr gewisse Species ihr Dasein hier früher und dort später sowohl begonnen als auch beschlossen haben mögen.

Ueber die Juraformation des Petschoralandes gab Graf Keyserling sehr werthvolle und ausführliche Mittheilungen in seinem Werke: Wissenschaftliche Beobachtungen auf einer Reise in das Petschoraland, St. Petersburg 1846, wo von S. 292 bis 336 die organischen Ueberreste speciell beschrieben, und weiterhin mehrorts, besonders S. 344 f., S. 380 f. und S. 390 f. die petrographischen Verhältnisse der Formation besprochen werden.

E. Juraformation in Asien und in anderen Erdtheilen.

Die Juraformation erstreckt sich aber noch viel weiter. Nach Middendorf existirt sie auch im nördlichen Sibirien, zwischen dem Ural und dem Olenekthale, ja, nach Keyserling vielleicht bis zur Lena. Anderseits ist sie auch im südlichen Asien erkannt worden. Aus der ostindischen Provinz Cutsch wurden *Gryphaea dilatata*, *Trigonia costata* und *Ammonites Herveyi*, mit anderen jurassischen Fossilien nach Europa gebracht; die dasige Kohlenformation gilt gleichfalls für jurassisch, und das Himálaya-Gebirge zeigt, nach den von Lady Amherst und Major d'Arcy mitgebrachten Fossilien, dieselbe Formation; *Belemnites absolutus*, *Ammonites convolutus* und *A. triplicatus* finden sich dort, wie in Europa, und selbst jenseits des Himálaya, am Südrande von Tübet, ist die Juraformation bekannt.

In Afrika ist die Juraformation nach den von dorther bekannt gewordenen Versteinerungen am Orangeriver, bei Port Natal, am Senegal und in Abyssinien vorauszusetzen.

Fraas erkannte das Vorkommen derselben bei Mombas, an der Ostküste unter 4° südlicher Breite, nach einem vom Missionar Krapf mitgebrachten Exemplare des *Ammonites annularis*. Württemb. naturwiss. Jahreshefte, B. 15, 1859, S. 356.

In Nordamerika und Südamerika scheint die Formation nur wenig zur Ausbildung gelangt zu sein, was vermuthen lässt, dass diese beiden Continente während der jurassischen Periode schon grösstentheils als Festland existirten, und erst später wieder einer theilweisen Submersion unterlagen. Dennoch fehlt sie ihnen nicht gänzlich, wie manche neuere Beobachtungen gelehrt haben.

Die nordamerikanischen Geologen neigen sich zu der Ansicht, dass ein Theil der oben S. 807 f. beschriebenen mächtigen Sandsteinbildung des Connecticut-Thales der Juraformation angehören dürfe. Eben so halten es W. Rogers und Lyell für wahrscheinlich, dass die S. 866 erwähnte Kohlenformation von Richmond in Virginien jurassisch, und dem kohlenführenden Schichtensysteme von Yorkshire in England zu vergleichen sei. Dasselbe gilt vielleicht auch von den kohlenführenden Schichten, welche Frémont im Rocky-Gebirge, am Muddy-River an der südlichen

sible pour le Jura de Moscou, und weiter: *que le nombre, le caractère et les qualités de la série des couches en Württemberg ne prouvent absolument rien pour les terrains de la France, de l'Angleterre et de la Russie. Bull. de la soc. imp. des naturalistes de Moscou*, 1859, *p.* 147 u. 149.

Gränze des Oregon-Gebietes nachgewiesen hat. Endlich hat uns Grewingk von der Halbinsel Aläksa oder Alaschka jurassische Gesteine mit Ammoniten und Belemniten kennen gelehrt. Beitrag zur Kenntniss der orogr. und geogn. Beschaffenheit der NW.-Küste Amerikas, 1850, S. 48 und 271 ff. — Neuerdings hat Marcou die Existenz der Juraformation in grosser Verbreitung auf beiden Seiten der Rocky-Gebirge, vom 30. bis 47. Breitengrade, besonders auf dem Plateau Llano estacado darzuthun versucht, wogegen jedoch von James Hall, Meek und Hayden, sowie von Newberry sehr gegründete Bedenken geltend gemacht worden sind, indem sie zeigen, dass die betreffenden Schichten der Kreideformation angehören.

In Südamerika haben schon Coquand und Bayle, nach vielen von Domeyko in der Cordillere von Coquimbo gesammelten Versteinerungen, die Existenz der Lias- und Juraformation nachzuweisen versucht; *Bull. de la soc. géol. 2. série, VII, p. 232.* Quenstedt erkannte bereits im Jahre 1835, nach den von Meyen mitgebrachten Petrefacten, das Vorhandensein jurassischer Schichten in Chile, und die von Burmeister im Thale von Copiapó gesammelten und von Giebel bestimmten Fossilien gestatten keinen Zweifel mehr darüber, dass dort wenigstens die Liasformation vorhanden ist. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, S. 642 und XII, S. 185.

Drittes Kapitel.

Wealdenformation.

§. 419. *Allgemeine Betrachtungen über die Wealdenformation.*

Zwischen der weissen Juraformation und der Kreideformation ist in manchen Ländern ein mächtiges Schichtensystem eingeschaltet, welches alle Merkmale einer limnischen oder fluviomarinen Formation, einer Delta- oder Aestuarienbildung besitzt, und sich daher in paläontologischer Hinsicht von der vorausgehenden Juraformation eben so auffallend unterscheidet, wie von der darauf folgenden Kreideformation.

Man hat diese Formation zuerst im südöstlichen England kennen gelernt, wo die zu ihr gehörige Thon-Ablagerung schon früher (von Smith) als Oaktreeclay und dann als Wealdclay, sowie die darunter liegende Sandsteinbildung als Ironsand oder Hastingssand beschrieben worden ist, während die noch tiefer liegenden Kalksteine, die sogenannten Purbeckschichten, anfangs mit der Juraformation vereinigt wurden, bis Webster solche von ihr trennte, und mit den beiden darauf folgenden Etagen zu einer einzigen Formation vereinigte, für welche der von Martin vorgeschlagene Name Wealdenformation ganz allgemeinen Eingang gefunden hat*).

*) *Martin, Geological Memoir of a part of western Sussex,* 1828. Dieser Name bezieht sich eben so wie der Name Wealdclay darauf, dass die Formation besonders in demjenigen Theile der Grafschaften Kent, Surrey und Sussex vorhanden ist, welcher *the Weald* genannt wird. Man kennt sie auch auf der Insel Wight, in Dorsetshire, Wiltshire, und in anderen Grafschaften. Auch wurden in Schottland von Murchison und Sedgwick auf der Insel Skye, und von Malcolmson bei Elgin Schichten nachgewiesen, welche dieser Formation anzugehören scheinen.

Fitton zeigte, dass die Purbeckschichten auch an den gegenüberliegenden Küsten Frankreichs in der Gegend von Boulogne vorhanden sind, und aus den Beobachtungen von Passy und Graves schien zu folgen, dass bei Beauvais und im sogenannten pays de Bray über dem Portlandkalke und unter der Kreideformation gleichfalls ein Schichtensystem lagert, welches dem englischen Hastingssande analog ist; was jedoch von d'Archiac bezweifelt wird. Dagegen haben Lory und Pidancet im Jura, von Bienne bis nach Belley (Ain), auf dem Portlandkalke und unter dem Neocomkalke ein System von grünlichgrauen Mergeln mit Süsswasserconchylien und Gyps nachgewiesen, welches als das Aequivalent der Wealdenformation oder doch wenigstens der Purbeckschichten zu betrachten ist*). Ganz ähnlich dieser Bildung sind jene Thone, Kalksteine und Gypse in den Départements der Charente und Charente inférieure, welche schon früher von Marrot und Manès als eine Einlagerung des Portlandkalkes beschrieben, von Coquand dagegen als das Aequivalent der Purbeckbildung erkannt wurden. Man kennt sie in einer Ausdehnung von 33 lieues und in einer Mächtigkeit von 50 bis 58 Meter, wesentlich aus grauem, grünlichem oder schwärzlichem Thone bestehend, welchem Gypsstöcke und eine Kalkschicht eingelagert sind, während er selbst auf Kalkstein liegt. Nach Meugy existirt auch in Belgien das Analogon der Wealdenformation; es ist die Süsswasserbildung, welche Dumont mit seinem *Système aachénien* vereinigte. Sie besteht aus Geröll, gelbem Sande, verschiedentlich gefärbten Thonen und Brauneisenerz, lässt sich von Tournay bis nach Mons und Aresnes verfolgen, und ist auch in dem Lande zwischen der Sambre und Maas vielorts in unterirdischer Lagerung vorhanden**).

Im Jahre 1830 wurde die Existenz derselben Formation im nordwestlichen Teutschland durch Hoffmann nachgewiesen***), nachdem schon früher Hausmann auf das Vorkommen von Süsswasserconchylien in den unter dem Quadersandsteine liegenden Schichten bei Hildesheim und Alfeld aufmerksam gemacht hatte. Dieses teutsche Territorium der Wealdenformation ist später von Adolph Römer, von Koch und Dunker, und zuletzt von Dunker allein in einer ausführ-

---

*) *Comptes rendus*, t. 29, 1849, p. 415. Nach neueren Mittheilungen von Lory und Sautier beträgt die mittlere Mächtigkeit dieser grünlichgrauen Thone mit eingeschalteten Kalksteinschichten 15 Meter; in den Kalksteinen fanden sie Species von *Planorbis*, *Limnaeus*, *Cyclas*, *Physa* und *Melania*. In der Gegend von Pontarlier sind die Thone schwärzlichblau oder bunt, die Kalksteine zellig, und dort kommen Nieren und Stöcke von Gyps vor. Desor und Gressly haben für diese Bildung den Namen *terrain dubisien* (nach dem Dép. du Doubs) vorgeschlagen. Renevier untersuchte genauer die Fossilien derselben aus der Gegend von Brenets im Kanton Neuchâtel, und erkannte, dass zwei Species, nämlich *Physa Bristovi* und *Corbula alata*, mit denen der englischen Purbeckbildung identisch sind. Hébert bemerkt, wie die wichtige Entdeckung Lory's beweise, dass die, schon in der letzten Hälfte der jurassischen Periode begonnene Emersion am Ende derselben vollkommen erreicht worden sei. *Bull. de la soc. géol.*, [2], t. 16, 1859, p. 599.

**) Coquand, *Bull. de la soc. géol.* [2], t. 15, 1858, p. 577, und Meugy, in *Ann. des Mines* [5], t. 8, 1855, p. 156.

***) Uebersicht der orogr. u. geogn. Verhältnisse vom N.W. Teutschland, S. 484 f.

lichen Monographie beschrieben worden*), aus welcher sich die grosse Verbreitung und Bedeutung derselben ergab, welche beide noch dadurch bestätigt wurden, dass Ferdinand Römer dieselbe Formation im Teutoburger Walde nachwies**), von wo sie sich über Rheine an der Ems bis Bentheim erstreckt. Endlich hat Constantin v. Ettingshausen gezeigt, dass das bei Krems in Oesterreich bekannte, aus verschiedentlich gefärbten Sandsteinen und schwarzen Schiefern bestehende Bassin, nach den von Czizek darin entdeckten Pflanzenresten, vollkommen mit der nordteutschen Wealdenbildung übereinstimmt***). Auch hat Hohenegger in Mähren und Schlesien Schichten mit denselben Pflanzen gefunden, welche jedoch von Conchylien der Neocombildung begleitet werden, woraus sich wohl nur die Folgerung ergiebt, dass die Landflora zu Anfange der cretacischen Periode noch dieselbe war, wie zu Ende der jurassischen Periode; eine Folgerung, welche auch für die Landfauna gelten muss, da bei Maidstone in England in den Schichten der Neocombildung Ueberreste von *Iguanodon Mantelli*, einem für die Wealdenformation charakteristischen colossalen Reptil, gefunden worden sind.

Wenn sich nun aus diesem Allen ergiebt, dass die Wealdenformation eine immer grössere Wichtigkeit erlangt, so muss uns auch die Frage interessiren, ob diese Süsswasserbildung, dafern sie nicht als eine völlig selbständige Formation gelten kann, in das Gebiet der jurassischen, oder in das Gebiet der cretacischen Formationsgruppe gezogen werden solle.

Elie de Beaumont war anfangs der Ansicht, dass die Wealdenformation als ein Aequivalent der Neocombildung zu deuten sei, indem gleichzeitig auf dem eigentlichen Meeresgrunde diese tiefste Etage der Kreideformation, in den Ausmündungen grosser Ströme dagegen jene Süsswasser- und Brackwasserbildung zur Entwickelung gelangt sei†). Diese, an und für sich sehr ansprechende Ansicht wurde jedoch dadurch widerlegt, dass sowohl in Teutschland als auch in England die Neocombildung über der in grosser Mächtigkeit ausgebildeten Wealdenformation nachgewiesen worden ist, woraus folgt, dass beide nicht als gleichzeitige, sondern als successive Bildungen zu betrachten sind. Es bleibt daher nur noch die Frage übrig, ob die Wealdenformation gleichsam als das Finale der Juraformation, oder als die Ouvertüre der Kreideformation gedeutet werden soll.

Mantell hatte schon im Jahre 1822 die Analogieen gewisser thierischer Ueberreste der Wealdenformation mit solchen der Stonesfieldschiefer hervorgehoben, und Owen hat später diese Analogieen noch weiter durchgeführt. auch machten Robertson und Murchison auf das Vorkommen ähnlicher Süss-

*) Monographie der norddeutschen Wealdenbildung, Braunschweig, 1846.

**) In der gehaltreichen Abhandlung, welche im Neuen Jahrb. für Mineralogie, 1854, S. 385 ff. erschien.

***) Beitrag zur Flora der Wealdenperiode, in den Abhandlungen der K. K. geol. Reichsanstalt, I. Band, 3. Abth. 1852.

†) Marcou suchte noch neuerdings diese Ansicht von Elie de Beaumont zur Geltung zu bringen, in seiner Abhandlung *Sur le Néocomien dans le Jura*, 1858, p. 64 f.

wasserschichten aufmerksam, welche schon innerhalb der Juraformation, gleichsam wie Vorläufer der Wealdenformation, auftreten (vergl. oben S. 858); wie denn überhaupt in England die Ansicht zur Geltung gelangt ist, dass die dortige Wealdenformation sich enger an die Juraformation, als an die Kreideformation anschliesst. Für die teutsche Bildung haben sich die gründlichsten Kenner derselben in ähnlichem Sinne ausgesprochen. Römer sagte im Nachtrage zu seinem Werke über die Versteinerungen des nordteutschen Oolithgebirges, dass die ganze Wealdenformation nicht zur Kreide, sondern nur zum Oolithgebirge gerechnet werden könne, und Dunker erklärte sich gleichfalls für ihre Vereinigung mit der Juraformation. Auf den Grund dieser Auctoritäten glaubten wir denn die Wealdenformation noch in die jurassische Formationsgruppe aufnehmen zu müssen, wie solches auch von Bronn in der neuesten Auflage der Lethäa geschehen ist, wo mehre paläontologische Gründe für diese Stellung aufgeführt werden*).

Eduard Forbes lässt zwar den Purbeck-Kalk noch in der jurassischen Formationsgruppe, vereinigt aber den Hastings-Sand und Wealdenthon mit der Formationsgruppe der Kreide. Auch Lyell hat in der 5. Auflage seines *Manual of elementary geology* (1855) dieselbe Ansicht geltend gemacht, wo p. 260 ff. die auf die letztgenannten beiden Glieder beschränkte Wealdenformation als unterste Abtheilung der Kreideformation, und p. 294 ff. der Purbeck-Kalk als *upper oolite* eingeführt wird. Marcou erklärt sich damit vollkommen einverstanden; *Sur le Néocomien dans le Jura, p.* 53. Dennoch scheint es uns zweckmässiger, alle diese, wesentlich als Süsswasserbildungen charakterisirte Etagen zu einer Formation vereinigt zu lassen.

Zu Ende der eigentlichen Juraformation müssen also in vielen Gegenden bedeutende Aenderungen und Schwankungen im Stande des Meeresspiegels eingetreten sein, durch welche grosse Regionen des Meeresgrundes den Einwirkungen des Meerwassers theilweise oder gänzlich entzogen, und auf längere Zeit in Aestuarien oder Süsswasserbassins verwandelt wurden, auf deren Grunde die Süsswasser- und Brackwasserschichten der Wealdenformation zum Absatze gelangten. Die Grösse des Zeitraums, welcher zur Bildung dieser Schichten erforderlich gewesen sein muss, lässt sich schon daraus ermessen, dass ihre summarische Mächtigkeit in England weit über 900, und in Teutschland bis zu 1200 Fuss steigt.

Desungeachtet wird die Wealdenformation immer nur als eine locale, auf kleinere Bildungsräume beschränkte Formation zu betrachten sein, welche jedoch in den Gegenden ihres Vorkommens nicht nur ein grosses wissenschaftliches, sondern auch meist ein praktisches Interesse gewinnt, weil sie einen vortrefflichen Boden für die Vegetation liefert, und oftmals bauwürdige Steinkohlenflötze sowie mancherlei nutzbare Gesteine beherbergt. Wir müssen daher wenigstens ihre beiden grössten, mächtigsten und am genauesten erforschten Territorien, nämlich die englische und die nordteutsche Bildung etwas näher in Betrachtung ziehen.

---

*) Lethäa geognostica, 3. Aufl. IV, S. 7. Auch Hausmann hat sich schon lange und noch später (Gött. Gel. Anz. 1857, S. 281) für die Ansicht ausgesprochen, dass die Wealdenbildung als das Schlussglied derselben Formationsgruppe zu betrachten sei, für welche der Lias das Anfangsglied bildet.

§. 420. *Wealdenformation in England.*

Das grösste Gebiet, mit welchem die englische Wealdenformation zu Tage austritt, ist dasjenige, welches sich südlich von London, in den Grafschaften Kent, Surrey und Sussex, zwischen denen der Kreideformation angehörigen Bergrücken der North- und South Downs, vorwaltend in ostwestlicher Richtung erstreckt, und von Hythe über Hastings bis in die Nähe von Beachy-Head von der Meeresküste durchschnitten wird. Sie bildet ein langgestrecktes, ganz sanft gewölbtes, sattelförmiges Schichtensystem, dessen Schichten an seinen Rändern unter die Schichten der Kreideformation einfallen. Kleinere Gebiete der Formation sind diejenigen, welche auf der Halbinsel Purbeck in Dorsetshire, auf der Insel Wight und anderwärts bekannt sind.

Diese Wealdenformation des südlichen England zerfällt in drei Glieder, den Purbeckkalk (oder auch Ashburnhamkalk), den Hastingssand und den Wealdenthon.

1. Purbeckkalk. Diese untere, aus Kalkstein und Mergel bestehende Abtheilung der Formation hat ihren Namen deshalb erhalten, weil sie auf der Halbinsel Purbeck sehr schön entblöst ist; auch in Lulworth Cove und in den benachbarten Buchten zwischen Weymouth und Dorchester lässt sie sich gut beobachten.

Im Eingange dieser fast kreisförmigen Buchten oder sogenannten Coves steht gewöhnlich der feste Portlandkalkstein an, dessen Schichten 45 bis 60° landeinwärts fallen; auf ihm liegen die Schichten des Purbeckkalksteins, über welchen dann die des Hastingssandes, Wealdenthones, und endlich die Schichten der Kreideformation folgen, so dass man in einem einzigen Profile die ganze Reihe vom Portlandkalke bis zur Kreide entblöst sieht. Dabei nimmt die Aufrichtung der Schichten fortwährend zu, und in der Mitte der Buchten, da wo gewöhnlich der Wealdenthon auftritt, stehen die Schichten vertical und behaupten auch diese Stellung durch alle folgenden Glieder. Während aber die Schichten des Portlandkalkes nur tafelartig aufgerichtet sind, haben die weicheren Schichten des Purbeckmergels durch den Druck und die Nachgiebigkeit ihrer Massen sehr bedeutende Windungen erlitten.

Der Purbeckkalk ist ein thoniger und mergeliger, bisweilen glaukonitischer Kalkstein von grauer Farbe, welcher sehr viele Süsswasser-Conchylien (besonders *Paludina fluviorum*), zum Theil aber auch marine Conchylien umschliesst, deren Schalen oft so angehäuft sind, dass der ganze Stein daraus zu bestehen scheint. Diese sehr fossilreichen Schichten wechseln mit anderen ohne Versteinerungen, sowie mit Lagen eines schieferigen Mergels, welche die Gewinnung des Kalksteins sehr erleichtern. Der in früheren Zeiten sehr beliebte, jetzt aber nicht mehr gebräuchliche Purbeckmarmor bildet die obersten Schichten, von reinerer Masse und mit zahlreichen, wohl erhaltenen Versteinerungen. Eisenkies, Faserkalk und Gyps sind die einzigen accessorischen Mineralien, welche man in diesem Kalksteine kennt, dessen Mächtigkeit 150 bis 275 Fuss beträgt.

Sehr interessant sind die zuerst von Buckland und De-la-Beche, in der

unteren Etage des Purbeckkalkes, nahe über seiner Auflagerungsfläche auf dem Portlandkalke nachgewiesenen sogenannten *dirt-beds*, vorweltliche Schichten von Dammerde, mit zahlreichen versteinerten Ueberresten einer aus Coniferen und Cycadeen bestehenden Waldvegetation, deren Stämme oder Wurzelstöcke oft noch aufrecht stehend angetroffen werden. Fitton und Forbes haben später gezeigt, dass mehre dergleichen Dirtbeds in verschiedenen Niveaus über einander vorkommen, woraus folgt, dass die Oberfläche des vorher gebildeten Schichtensystems zu wiederholten Malen längere Zeit als Festland emergirt gewesen sein muss, während welcher diese Waldvegetation zur Entwickelung gelangte.

In dem Hauptgebiete der englischen Wealdenformation ist diese untere Abtheilung fast nur bei Ashburnham bekannt; auch dort besteht sie wesentlich aus einem blaulichgrauen Kalksteine, dem sogenannten Ashburnhamkalke, welcher ausserordentlich reich an Süsswasser-Conchylien (zumal von *Cyclas* und *Cyrena*) ist, und mit Lagen von blauem Thon, Schieferthon und Sandstein wechselt, in welchem letzteren oft so zahlreiche Concretionen von Eisenerz vorkommen, dass früher mehre Eisenwerke bestanden. Der Kalkstein selbst wird in vielen unterirdischen Steinbrüchen gewonnen, deren Schächte 100 bis 120 Fuss tief sind; die durch sie aufgeschlossene Mächtigkeit des ganzen Schichtensystemes beträgt 100 Fuss.

Nachdem wir schon früher durch Webster, Fitton, De-la-Beche, Buckland und Mantell über die Eigenschaften und Verhältnisse des Purbeckkalkes belehrt worden waren, hat später Eduard Forbes über die specielle Gliederung desselben in Dorsetshire sehr genaue Studien angestellt, als deren Resultat es sich herausstellt, dass diese ganze Abtheilung der Wealdenformation in drei Etagen zerfällt werden kann, während deren Bildung vielfache Oscillationen des Meeresspiegels Statt gefunden haben müssen, durch welche eine wiederholte Abwechslung von limnischen, brackischen, marinen und auf dem Lande gebildeten Schichten zu Stande kam. Da diese Resultate auf gründlichen paläontologischen Untersuchungen beruhen, und zugleich die merkwürdige Erscheinung der vorhin erwähnten Dirtbeds betreffen, so glauben wir sie in aller Kürze mittheilen zu müssen.

a. Untere Etage der Purbeckschichten. Sie besteht vorwaltend aus Süsswasserschichten, denen vier Dirtbeds oder Schichten von Dammerde, und ausserdem noch über dem letzten Dirtbed ein über 30 F. mächtiges System von brackischen Schichten eingelagert ist, so dass die ganze Mächtigkeit bis 80 Fuss beträgt. Diese letzteren Schichten enthalten *Serpula coacervata*, auch Schalen von *Rissoa, Cardium* und *Cypris*, während die Süsswassermergel Species von *Cypris*, *Limnaeus* und *Valvata* beherbergen. Das grosse Dirtbed liegt 8 Fuss hoch über dem Portlandkalk, von welchem es durch Süsswasserkalkstein getrennt wird, der stellenweise noch zwei kleinere Dirtbeds umschliesst, deren eines aufrecht stehende Cycadeenstämme enthält; eben so kennt man auch ein kleineres über dem grossen Dirtbed. Dieses letztere aber ist 12 bis 18 Zoll dick, dunkelbraun oder schwarz, reich an erdigem Lignit und an Geröllen von 3 bis 9 Zoll Durchmesser. Die in ihm noch aufrecht stehenden Stöcke von Coniferenstämmen greifen mit ihren Wurzeln tief ein, sind meist 1 bis 3, bisweilen 5 bis 6 Fuss lang, dabei bis 2 und 3 Fuss dick, und oben quer abgebrochen; die Stämme selbst liegen in grösseren und kleineren Fragmenten horizontal zwischen den Wurzelstöcken. Die weit seltneren Cycadeen-

stämme sind bis einen Fuss dick, und 9 bis 10 Zoll hoch. Alle diese Stämme befinden sich im verkieselten Zustande*).

b. Mittlere Etage der Purbeckschichten. Sie lässt bei einer Mächtigkeit von 30 Fuss einen dreimaligen Wechsel von marinen und von limnischen oder brackischen Sedimenten erkennen. Den Anfang macht eine sehr dünne Lage von grünlichem Schieferthon mit marinen Conchylien und Abdrücken von *Zostera*; darüber folgen mächtige Bänke eines meist kieseligen Gesteins, welches reich an Ueberresten von *Cypris, Valvata, Paludina, Planorbis, Limnaeus, Physa* und *Cyclas* ist auch Gyrogoniten enthält. Diese Schichten werden von einer sehr ausgezeichneten 12 Fuss mächtigen Gesteinslage, dem sogenannten *Cinder-bed*, bedeckt, welche fast nur aus Schalen von *Ostrea distorta* besteht, zu denen sich eine *Perna* und auch eine Species des jurassischen Echinidengeschlechtes *Hemicidaris* gesellt**). Dann folgen brackische Sedimente mit vielen Fischen, namentlich aus den Geschlechtern *Lepidotus* und *Microdon*, einem Reptile *Macrorhynchus*, einer *Melania* und anderen Mollusken. Ueber ihnen liegen abermals marine Schichten mit *Pecten*, *Modiola*, *Avicula* und *Thracia*; dann folgen brackische Schichten, und endlich macht Süsswasserkalkstein mit Cypriden, Schildkröten und Fischen den Beschluss. An der Basis dieser mittleren Etage sind neuerdings die Ueberreste von etwa 11 verschiedenen Species von Säugethieren entdeckt worden.

c. Obere Etage der Purbeckschichten. Diese, etwa 50 Fuss mächtige Etage besteht lediglich aus Süsswasserschichten, welche Ueberreste von *Paludina, Physa, Limnaeus, Planorbis, Cyclas*, von Cypriden und Fischen enthalten. Nur aus dieser Etage stammen die, unter dem Namen Purbeckmarmor bekannten, und ehemals zu architektonischen Ornamenten vielfach benutzten Lumachell-Kalksteine.

Forbes hebt es hervor, dass die Süsswasser-Conchylien der Purbeckschichten die grösste Aehnlichkeit mit noch jetzt lebenden Species besitzen; wie denn überhaupt die Süsswasser-Fauna weit früher ihren gegenwärtigen Typus erreicht zu haben scheint, als die Meeres-Fauna.

2. Hastingssand. Eine vorherrschend aus eisenschüssigem Sande und Sandsteine, mit untergeordneten Schichten von Thon, Walkerde und Mergel bestehende Ablagerung von 400 bis 500 Fuss Mächtigkeit, welche am besten an der Küste bei Hastings entblösst ist. Der Sand und der Sandstein sind gewöhnlich (wie der ältere Name Ironsand besagt) reich an Eisenoxydhydrat, daher gelb und braun gefärbt; doch kommen auch mächtige Schichtensysteme von weisser Farbe vor. Dabei finden sich alle Abstufungen des Kornes, vom Con-

---

*) Triger, welcher Gelegenheit hatte, auf Portland die entblösste Oberfläche des Portlandkalksteins nach Wegräumung des Purbeckkalkes auf 200 Meter Länge und 60 bis 80 M. Breite zu beobachten, erklärt, er sei in hohem Grade überrascht gewesen, einen förmlichen fossilen Wald vor sich zu sehen. *De tous côtés autour de moi le sol était jonché de bois silicifié, et des arbres entiers gisaient çà et là à cet état, à côté de leur tronc encore debout avec ses racines, au milieu de la terre végétale, dans laquelle ils avaient vécu, et qui est restée tellement meuble, qu'elle s'enlève à la pelle comme la terre de nos jardins.* Manche dieser verkieselten Stämme hatten eine Kohlenrinde. *Bull. de la soc. géol.* [2] *t.* 12, 1855, *p.* 725.

**) Nämlich *Hemicidaris purbeckensis*; es war besonders der Nachweis dieser Species und einiger anderen marinen Fossilien, welcher Forbes bestimmte, die Purbeckschichten wieder mit der Juraformation zu vereinigen. Marcou betrachtet das Vorkommen derselben Species von *Hemicidaris* im Kalksteine von Salins als hinreichenden Grund, um diesen Kalkstein als das Aequivalent der Purbeckschichten einzuführen. *Sur le Néocomien dans le Jura, p* 36 ff.

glomerate bis zu sehr feinkörnigem und selbst dünnschieferigem Sandsteine; manche Varietäten liefern einen guten Baustein. Braunkohle kommt häufig in einzelnen Brocken, bisweilen auch in schmalen Lagen vor; auch Brauneisenerz und Ocker haben sich hier und da zu untergeordneten Lagern concentrirt. Bei Tilgate enthält der Sandstein grosse Lenticularmassen eines kalkigen Sandsteins, welcher ehemals gebrochen wurde.

Ausser einigen Farnkräutern, deren Wedel bisweilen in aufrechter Stellung vorkommen, sind von Pflanzenresten besonders noch die *Clathraria Lyelli* und jene sonderbaren, einige Zoll bis 9 Fuss langen Formen zu nennen, welche unter dem Namen *Endogenites erosa* aufgeführt worden sind*). Von thierischen Ueberresten finden sich Süsswasser-Conchylien aus den Geschlechtern *Unio*, *Cyclas*, *Cyrena*, *Paludina*, *Melania* und *Melanopsis*, selten (wie in einer Schicht in Dorsetshire) marine Conchylien aus den Geschlechtern *Corbula*, *Mytilus* und *Ostrea*, und mancherlei Wirbelthiere, unter welchen namentlich Fische, zumal Zähne und Schuppen von *Lepidotus Mantelli*, Schildkröten (*Trionyx* und *Emys*), mehre Saurien, wie z. B. *Megalosaurus*, *Plesiosaurus*, *Hylaeosaurus* und besonders die colossalen Formen des *Iguanodon*, sowie auch *Pterodactylus* erwähnt zu werden verdienen.

3. Wealdenthon. Dieses oberste, stellenweise fast 300 Fuss mächtige Glied der englischen Wealdenformation besteht vorwaltend aus einem blaulichgrauen, sehr zähen und fetten Thone, welcher untergeordnete Schichten von Sandstein und thonigem Kalkstein, nach oben auch viele Septarien von Thoneisenstein umschliesst. Diese Septarien enthalten viele Schalen von *Cyclas*, *Paludina* und *Cypris*; auch die Thone und Kalksteine sind reich an verschiedenen Species von *Cypris* und an *Paludina fluviorum*, welche letztere manche Kalksteinschichten fast ausschliesslich zusammensetzt, und dann einen Lumachellmarmor bildet, der unter den Namen *Sussexmarble* oder *Petworthmarble* in vielen gothischen Kirchen des südlichen England benutzt worden ist.

Eisenkiesknollen und Gyps kommen nicht selten in dieser thonigen Ablagerung vor, welche einen trefflichen Boden für die Vegetation darbietet, und unmittelbar von den tiefsten Schichten der Kreideformation bedeckt wird. Concordante Auflagerung und petrographische Uebergänge vermitteln oft ein sehr inniges Anschliessen beider Formationen.

§. 421. *Wealdenformation im nordwestlichen Teutschland.*

Die Wealdenformation ist im nordwestlichen Teutschland über einen Landstrich von 36 Meilen Länge, von Helmstedt im Herzogthum Braunschweig, bis nach Bentheim, unweit der holländischen Gränze, an sehr vielen Punkten bekannt; so bei Helmstedt und Schöppenstedt, in der Mulde zwischen dem Hils und Ith, in der Umgebung von Nenndorf und Rodenberg, am Deister, Osterwalde und Süntel, bei Rehburg, Stadthagen, Obernkirchen und Bückeburg, in den nördlichsten Theilen Westphalens, sowie in den zwischen- und anliegenden Gegenden Hannovers bei Petershagen, Minden, Büllhorst, Lübbecke, Oldendorf,

*) Corda hat sie in sein Geschlecht *Tempskya* als *T. Schimperi* aufgenommen.

Osterkappeln, Osnabrück, Bramsche, Westerkappeln, Rheine und Bentheim, endlich im Teutoburger Walde von Oerlinghausen über Bielefeld bis nach Bevergen. Dieser grossen Verbreitung entspricht auch eine ansehnliche Mächtigkeit, welche von Dunker im Maximo bis auf 1200 Fuss veranschlagt wird*).

Die vorwaltenden Gesteine dieser nordteutschen Wealdenbildung sind Thone und Mergel, Sandsteine und Kalksteine; als untergeordnete Materialien erscheinen besonders Steinkohlen und Eisensteine.

Thone und Mergel. Diese bei weitem vorherrschenden Gesteine treten in sehr verschiedenen Varietäten, als Thon, Letten, Schieferthon, Thonmergel, sandiger Mergel und Mergelschiefer auf, welche oft mit einander vergesellschaftet sind, und in einander übergehen, während die Sandmergel nicht selten in Sandstein, die Kalkmergel in Stinkkalk verlaufen. Graue und schwarze, durch Kohle und Bitumen bedingte Farben sind die gewöhnlichsten; doch kommt auch bisweilen eine gelbe und gelblichbraune, von Eisenoxydhydrat herrührende Färbung vor. Alle diese Gesteine sind theils vollkommen, theils unvollkommen schieferig und bröckelig, dabei oft sehr feinerdig im Bruche.

Eine eigenthümliche Erscheinung in diesen feinerdigen Schiefern ist das häufige Vorkommen kleiner, flach kegelförmiger, radial gerippter glänzender Protuberanzen, die auf den ersten Blick einigermaassen an Patellen, Fissurellen oder Balanen erinnern. Da sie jedoch mit ähnlichen Formen von länglicher oder ganz unregelmässiger Gestalt vergesellschaftet sind, und bisweilen eine Zusammensetzung aus vielen, in einander geschachtelten, ähnlich gestalteten Schalen erkennen lassen, so ist Dunker geneigt, sie für blose Contractionsformen des Schiefers zu halten.

Sandsteine. Nächst den thonigen und mergeligen Gesteinen erscheinen die verschiedenen Sandsteine als die bedeutendsten, und zugleich als die petrographisch am besten charakterisirten Gesteine. Ihr allgemeinster Charakter besteht in der fast gänzlichen Abwesenheit des rothen Eisenoxydes, weshalb denn weisse, graue und gelbe Farben vorherrschen; auch sind sie meist sehr feinkörnig und gleichmässig körnig, und erhalten nur ausnahmsweise, wie an einigen Punkten des Bückeberges und Osterwaldes, durch kleine Quarzgeschiebe eine conglomeratähnliche Beschaffenheit. Ihr Bindemittel ist meist sparsam vorhanden und gleichmässig vertheilt, daher nicht deutlich zu erkennen; bisweilen fehlt es beinahe gänzlich, in welchem Falle das Gestein als loser Sand erscheint, wie mehrorts am Süntel und Osterwalde. In der Regel aber hat das Gestein eine bedeutende Festigkeit, eine dickschieferige und massige Structur, und liefert daher ein treffliches Baumaterial; ja, die feineren Varietäten werden selbst zu architektonischen Ornamenten und Bildhauer-Arbeiten benutzt.

Zu den grössten und ergiebigsten Steinbrüchen gehören unter anderen die am Bückeberge von Bückeburg bis Rodenburg, und am Deister bei Hohenbostel, Bar-

*) Der Inhalt dieses Paragraphen ist wesentlich aus Dunkers trefflicher Monographie und aus der Abhandlung von Ferdinand Römer im Neuen Jahrbuche der Mineralogie entlehnt. Siehe die Citate S. 954.

singhausen und Bredenbeck. Als charakteristisch für diese Sandsteine der teutschen Wealdenformation hebt Hausmann den fast gänzlichen Mangel an sogenannten Thongallen und das seltene Vorkommen von Glimmerschuppen hervor. Eben so gehen sie nur selten in Thonquarz und in quarzitähnliche Gesteine über, welche sich durch bedeutende Härte, feinkörnigen und splitterigen Bruch und eine blaulichgraue Farbe auszeichnen, die durch Verwitterung gelb und braun wird.

Kalksteine. Sie erscheinen zwar untergeordnet in Vergleich zu den bisher betrachteten Gesteinen, sind aber doch sehr charakteristisch für die untere Abtheilung der Formation. Bei hellgrauer, graulichgelber oder bräunlicher Farbe sind es theils ziemlich reine Kalksteine, von flachmuschligem oder splittrigem Bruche, theils thonige Kalksteine, von erdigem Bruche. Bisweilen erscheinen sie sandig, oder auch mit Bitumen imprägnirt als wirklicher Stinkkalk, wie namentlich der Serpulitenkalkstein. In der oberen Abtheilung der Formation kommen auch Schichten vor, welche fast nur aus Schalen von Cyrenen und anderen Muscheln bestehen, und förmliche Muschelconglomerate von wellenförmig gestreiftem Querbruche bilden. Sowohl diese Cyrenen- als jene Serpulitenschichten sind so bituminös, dass sich nicht selten Asphalt im festen oder halbflüssigen Zustande ausgeschieden hat. Endlich kommen auch hier und da, wie z. B. bei Neustadt am Rübenberge und am Osterwalde, schmale Lagen von Tutenmergel vor.

Kalksteinconglomerat hat sich bis jetzt nur an einem einzigen Punkte, am Fusse des Osnings bei Oerlinghausen, unmittelbar in der Auflagerung der Wealdenformation auf dem Muschelkalke gefunden. Seine aus Muschelkalk bestehenden Gerölle sind z. Th. mit einem Ueberzuge von Pyrit versehen, und durch ein hellgraues mergeliges Cäment verbunden.

Steinkohlen. Die nordteutsche Wealdenformation ist reich an Kohlenflötzen, welche einen nicht unbedeutenden Kohlenbergbau bedingen. Die meisten dieser Kohlen zeigen die Eigenschaften einer wirklichen Steinkohle oder Schwarzkohle, und sind dabei sehr bituminös, so dass sich namentlich diejenigen der Grafschaft Schaumburg und des Fürstenthums Bückeburg den besten englischen Steinkohlen vergleichen lassen. Sie sind schwarz, stark glänzend, dicht, von unebenem bis muscheligem Bruche, jedoch meist sehr zerklüftet, weshalb sie bei der Gewinnung leicht zerbröckeln; die Klüfte erscheinen nicht selten mit Eisenkies, Thon oder kohlensaurem Kalk erfüllt, welche auch häufig der Kohle beigemengt sind, und solche verunreinigen und verunedeln. Manche Kohlen nähern sich aber auch schon mehr der Braunkohle, zumal der muscheligen Braunkohle oder dem Gagat.

Diese Kohlen sind wohl jedenfalls von denselben Coniferen, Cycadeen und Farnkräutern gebildet worden, deren Ueberreste so häufig in den sie begleitenden Schieferthonen und Sandsteinen vorkommen. Diess beweist namentlich das sehr ausgezeichnete, braunkohlenähnliche Flötz von der Hohen Warte am Osterwalde, welches hauptsächlich aus Ueberresten von *Pinites Linkii* und *Pterophyllum Lyellianum* besteht, deren dicht über einander liegende Blätter und Zweige meist braun und, im Wasser erweicht, noch vollkommen biegsam sind, was eine sehr geringe Verkohlung andeutet. Die den Steinkohlen ähnlichen Varietäten mögen unter einem stärkeren Drucke, überhaupt unter anderen Bedingungen, und wohl auch zum

Theil aus anderen Pflanzen gebildet worden sein; sie zeigen gar keine Holztextur, und lassen nur höchst selten undeutliche Pflanzenabdrücke, hauptsächlich von Farnen und Lycopodiaceen, erkennen. Uebrigens sind die Kohlenbergwerke in der Wealdenformation sehr heimgesucht von schlagenden Wettern.

Eisenerze. Sie erscheinen besonders als thoniger Sphärosiderit, theils in der Form von flötzartig an einander gereiheten oder auch regellos zerstreuten, abgeplatteten Nieren, theils auch in stetig fortsetzenden Lagen. Die Nieren unterscheiden sich von denen, welche in den Schieferthonen der nordteutschen Juraformation vorkommen, durch ihre mindere Häufigkeit, durch ihren geringeren Eisengehalt, und durch die Einschlüsse von Süsswasserfossilien, namentlich von *Cypriden*, *Paludinen* und *Cyrenen*; auch sind sie seltener von Kalkspath und Braunspath durchtrümert und ärmer an accessorischen Mineralien, von welchen, ausser den beiden genannten, nur noch braune Zinkblende, muscheliges Erdpech und eine hatchettinähnliche Substanz zu erwähnen sind. In der Regel haben diese Nieren von aussen herein eine Zersetzung erlitten; sie zeigen daher eine ockergelbe oder rostbraune Rinde, eine concentrisch schalige Absonderung, und nur noch in der Mitte einen blaulichgrauen Kern.

Von anderen accessorischen Vorkommnissen erwähnt Dunker Quarz, der nur als Seltenheit in kleinen Drusenräumen vorkommt, bei Barrenhausen aber eine dünne Lage eines dunkelfarbigen, thonigen Kieselgesteins bildet, dessen Oberfläche mit würfeligen Krystalloiden besetzt ist; ferner himmelblauen Cölestin vom grossen Süntel, Kalkspath, Stinkspath, Faserkalk (sehr selten, in der Steinkohle), Eisenkies, sehr verbreitet in Knollen, Kugeln, besonders häufig aber eingesprengt, zumal in den Kohlenflötzen, und Gyps in sternförmigen kleinen Krystallgruppen.

In ihrer Gliederung zeigt die nordteutsche Wealdenformation eine so grosse Aehnlichkeit mit der englischen Bildung, dass sich dieselben drei Abtheilungen geltend machen lassen, welche wir bei dieser als Purbeckkalk, Hastingssand und Wealdenthon kennen gelernt haben; denn im Allgemeinen walten nach unten Mergel, Thone und Kalksteine, in der Mitte Sandsteine und Schieferthone, nach oben aber mergelige Schieferthone vor.

Untere Abtheilung, oder Aequivalent des Purbeckkalkes. Zu dieser Abtheilung gehören theils die tiefsten, kalkigen Uebergangsglieder des Portlandkalkes in die Wealdenbildung, welche mehrorts in der Grafschaft Schaumburg bekannt und durch *Modiola lithodomus*, *Corbula inflexa* und *C. alata* charakterisirt sind, theils jene bituminösen, besonders am Deister, Süntel und Osterwalde vorkommenden Serpulitenkalksteine, ausgezeichnet durch die wohl niemals fehlende und stellenweise zu ganzen Schichten angehäufte *Serpula coacervata*. Ueber diesen Gesteinen folgen in einigen Gegenden mächtige, kalkig-thonige Schiefermassen, welche durch häufige Sphärosiderit-Nieren und durch unzählige Schalen von *Cypris*, von Cycladen und anderen Süsswasser-Conchylien bezeichnet sind. Die Mächtigkeit dieser ganzen Abtheilung mag stellenweise 300, ja vielleicht 400 Fuss betragen.

Mittlere Abtheilung, oder Aequivalent des Hastingssandes. Sie besteht wesentlich aus sandigen Mergelschiefern, Schieferthonen und Sandsteinen, welche theils in vielfacher Wechsellagerung, theils in mächtigeren Bänken auftreten, und untergeordnete Steinkohlenflötze einschliessen. Im Fürstenthum Bückeburg und in der Grafschaft Schaumburg, wo dieses Schichtensystem höchstens 120 bis 150 Fuss mächtig ist, kommen meist 4 Kohlenflötze vor, von denen zwei bauwürdig sind. In anderen Gegenden aber, wie z. B. am Deister, steigt die Mächtigkeit dieser Sandsteinbildung bis zu 450 Fuss, und dann pflegt auch die Anzahl der Kohlenflötze grösser zu sein, deren am Osterwalde nicht weniger als achtzehn bekannt sind, welche freilich nicht alle abgebaut werden. In noch anderen Gegenden endlich erscheint diese Formations-Abtheilung sehr unbedeutend; ja, bisweilen scheint sie gänzlich zu fehlen. Ihre wichtigsten Fossilien bestehen in Pflanzenresten, zumal von Cycadeen und Farnkräutern.

Obere Abtheilung, oder Aequivalent des Wealdenthones. Ihr vorwaltendes Material sind dunkelfarbige, bröckelige Schieferthone und Mergel, welche hin und wieder sandig werden und schwache Lagen von Thonsandstein bilden; ausser den Schichten mit Conchylien, die meist in Kalkspath verwandelt sind, kommt kohlensaurer Kalk in dieser Etage nur wenig vor. Die wichtigsten organischen Ueberreste sind Schalen von Süsswasser-Mollusken, zumal von Cycladen, Paludinen und Melanien, sowie von Cypriden. Die Mächtigkeit dieser Abtheilung ist ausserordentlich schwankend, von einigen wenigen bis zu 300 Fuss.

Die nordteutsche Wealdenformation zeigt oftmals sehr gestörte Lagerungsverhältnisse, eben so wie die Juraformation und die Kreideformation, zwischen denen sie abgelagert ist. Nirgends sind diese Störungen auffallender, als im Teutoburger Walde, wo alle diese Formationen nicht nur bis zu senkrechter Stellung aufgerichtet sind, wie bei Horn und Detmold, sondern wo weiterhin sogar eine allgemeine Ueberkippung derselben Statt findet, so dass die Schichten der Juraformation (oder, wo diese fehlt, der Trias) über denen der Wealdenformation, und diese wiederum über denen der Kreideformation liegen. Dergleichen Ueberstürzungen der ganzen ursprünglichen Lagerung sind ganz vortrefflich in den Profilen bei Oerlinghausen, Bielefeld und Kirchdornberg zu beobachten, und von Hoffmann, Dunker und F. Römer beschrieben worden.

Gleichwie in England die Formation nicht scharf gegen die Kreideformation abgegränzt ist, so finden sich auch stellenweise in Teutschland, z. B. am Osterwalde, wirkliche Uebergänge sowohl abwärts in den Portlandkalk, als aufwärts in die cretacischen Schichten, mit Gemengen von marinen und limnischen Conchylien; woraus wohl gefolgert werden kann, dass die ganze Bildung zu Anfange und zu Ende im brackischen Wasser Statt gefunden habe.

Was endlich die organischen Ueberreste betrifft, so verrathen die Pflanzen noch einen tropischen Charakter, denn Cycadeen und Farnkräuter sind vorwaltend; auch lassen sie noch eine grosse Aehnlichkeit mit denen der

Lias- und Juraformation erkennen; ja, *Cyclopteris digitata* findet sich gerade so, wie im braunen Jura von Yorkshire. Die thierischen Ueberreste stammen meist von Süsswasser-Mollusken und Crustaceen, namentlich aus den Geschlechtern *Unio*, *Cyrena* oder *Cyclas*, *Paludina*, *Melania* und *Cypris*; von marinen Mollusken finden sich nur solche vor, die auch in Aestuarien leben, wie *Ostrea*, *Corbula*, *Modiola* und *Mytilus*. Die Fische kommen zum Theil auch in der oberen Juraformation vor; andere, wie *Lepidotus Mantelli* und *L. Fittoni*, scheinen der Wealdenformation eigenthümlich anzugehören; die Saurier sind verschieden von denen, welche England geliefert hat.

Die organischen Ueberreste sind übrigens sehr ungleich vertheilt; die untere Abtheilung enthält überhaupt nur wenige Arten, unter welchen *Serpula coacervata*, *Cypris*, verdrückte Cycladen und einige marine Muscheln vorwalten: die mittlere Abtheilung ist besonders durch Cycadeen, Farne, Unionen und Reptilien ausgezeichnet; die obere Abtheilung endlich verschliesst den grössten Reichthum an Fossilien, unter welchen sich namentlich die (unter den Muscheln überhaupt sehr vorwaltenden) Cyrenen, die Paludinen und Melanien auszeichnen, die oft zur Bildung ganzer Schichten wesentlich beigetragen haben.

In der teutschen und englischen Wealdenformation waren bis 1852 nach v. Ettingshausen 72 verschiedene Pflanzenformen*), und nach Dunker 170 verschiedene Thierformen nachgewiesen worden, welche letztere Zahl jedoch durch die von Brodie und Westwood im Wardourthale aufgefundenen Insektenreste einen bedeutenden Zuwachs erhalten hat. Aus einer Vergleichung der beiderseitigen Flora und Fauna ergiebt sich:

1. dass die teutsche Formation besonders an Pflanzen, aber auch an Thieren reicher ist, als die englische, in welcher jedoch das Geschlecht *Unio*, sowie die Fische, Reptilien und Insekten weit manchfaltiger vertreten sind;
2. dass die meisten in Teutschland gefundenen Geschlechter auch in England vorkommen, jedoch zum Theil durch andere Species repräsentirt werden;
3. dass aber eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Species in beiden Ländern identisch ist.

Als die wichtigsten, d. h. am häufigsten vorkommenden Formen der teutschen Wealdenformation dürften aber etwa folgende zu nennen sein.

I. Pflanzen.

Confervites fissus Dunk. häufig bei Obernkirchen.
Equisetites Burchardti Dunk.
. . . . . *Phillipsii* Dunk.
Neuropteris Albertsii Dunk.
. . . . . *Huttoni* Dunk.
Cyclopteris digitata Brong. häufig am Osterwalde und Bückeberge.
. . . . . *Mantelli* Dunk. nicht selten; = *C. Klipsteinii* Dunk.
Hausmannia dichotoma Dunk.
Sphenopteris Mantelli Brong., wohin nach v. Ettingshausen auch *Sph. tenera* und *Römeri* Dunk. gehören.
. . . . . . *Göpperti* Dunk., wozu auch *Sph. Hartlebeni* gehört.
. . . . . . *longifolia* Dunk.

*) Vergl. v. Ettingshausen, Beitrag zur Flora der Wealdenperiode, 1852.

Alethopteris Göpperti Ettingsh., = *Pecopteris polydactyla* Göpp.
. . . . . *elegans* Göpp.
Polypodites linearis Ettingsh.
Tempskya Schimperi Corda, = *Endogenites erosa*, ziemlich häufig bei Nenndorf.
Cycadites Brongniarti Röm. selten.
Zamites aequalis Göpp. selten.
Pterophyllum Lyellianum Dunk. sehr häufig.
. . . . . . *Dunkerianum* Göpp. desgl.
. . . . . . *Schaumburgense* Dunk. desgl.
Palaeobromelia Jugleri Ettingsh. eine sehr ausgezeichnete Pflanzenform.
Widdringtonites Kurrianus Endl. = *Thuites Kurrianus* Dunk. ziemlich häufig.
Pinites Linkii Endl. = *Abietites Linkii* Röm. am Deister und Osterwalde, sowie bei Duingen äusserst häufig, die dortige Blätterkohle fast ausschliesslich zusammensetzend.
Carpolithes Lindleyanus Dunk., *C. Mantelli* Stock. und andere Arten.

II. Thiere.

Avicula arenaria Röm. nicht selten im eisenschüssigen Sandsteine des Osterwaldes.
Mytilus membranaceus Dunk. nicht häufig.
Modiola lithodomus Dunk. sehr häufig an der unteren Gränze der Formation; auch in den Cyrenenschichten der oberen Abtheilung.
Unio, fünf verschiedene Species.
Cyrena, das vorwaltende Geschlecht, nach der Zahl der Species sowohl als der Individuen; die wichtigsten der 35 Species, welche Dunker besitzt, sind etwa folgende:
. . . . *obtusa* Röm.
. . . . *ovalis* Dunk.
. . . . *Heysii* Dunk.
. . . . *nuculaeformis* Röm.
. . . . *isocardia* Dunk.
. . . . *caudata* Röm. die allerhäufigste.
. . . . *majuscula* Röm.
Cyclas, vier Species.
Pisidium Pfeifferi Dunk. häufig in der oberen Abtheilung.
. . . . *pygmaeum* Dunk.
Corbula alata Sow. sehr häufig in der unteren Etage bei Bückeburg.
. . . . *inflexa* Röm. desgl.
Paludina fluviorum Sow. oft in unzähliger Menge.
. . . . *elongata* Sow. selten; häufig in England.
Melania strombiformis Schl. verschiedene Varietäten, äusserst verbreitet.
. . . . *attenuata* Sow. nicht selten.
Turritella minuta Dunk.
Nerita valdensis Röm. im Serpulitenkalk bei Nenndorf.
Limnaeus Hennei Dunk. bei Obernkirchen.
Planorbis Jugleri Dunk. bei Neustadt und am Deister.
Serpula coacervata Blumenb. bildet zumal am Deister und Süntel ganze Schichten.
Cypris valdensis Sow. zu Millionen im Schieferthone.
. . . *oblonga* Röm. sehr häufig.
. . . *granulosa* Sow.
Estheria elliptica Dunk., mit *Cypris* bei Obernkirchen.
Lepidotus Mantelli Ag. häufig in Fragmenten, Schuppen und Zähnen.
. . . . *Fittoni* Ag. desgleichen.

Pycnodus Mantelli Ag. Fragmente.
Sphaerodus irregularis Ag. sehr häufig im Wealdenthone der Grafsch. Schaumburg.
. . . . . *semiglobosus* Dunk. Zähne häufig.
Gyrodus Mantell Ag.
Hybodus Fittoni Dunk. Ichthyodorulith von Neustadt.
Iguanodon Mantelli Mey. = *Ig. anglicus* Holl; dieser Saurier ist bis jetzt nur in England vorgekommen.

In Teutschland hat man bis jetzt, ausser verschiedenen Zähnen von Sauriern, besonders folgende, von Hermann v. Meyer beschriebene Reptilien kennen gelernt:

Pholidosaurus Schaumburgensis Mey. höchst ausgezeichnet durch einen Panzer von harten, knochenähnlichen Schuppen,
Macrorhynchus Meyeri Dunk. Steinkern des Schädels, und
Emys Menkei Röm.

Die englische Wealdenformation ist weit reicher an Reptilien. Auch sind in ihr bei Swanage in Dorsetshire von Lyell, Beckles und Brodie viele Knochen von 14 verschiedenen Säugethieren, sowie bei Hastings von Beckles an vielen Orten dreizehige Fusstapfen von Vögeln entdeckt worden. *Lyell, Supplement to the fifth Edition of a Manual of elem. Geol.* 1857, *p.* 13 f. und *Beckles*, im *Quart. Journ. of the geol. soc. VII, p.* 117; *VIII, p.* 396 und *X, p.* 456.

Dreizehnter Abschnitt.

Kreideformation.

§. 122. *Einleitung und allgemeine Uebersicht.*

Die Kreideformation (*formation crétacée*, *chalk-formation* oder *cretaceous group*) ist die letzte grosse Sedimentbildung aus der Reihe der secundären oder mesozoischen Formationen, und zugleich eines der interessantesten und am genauesten erforschten Glieder in der Zusammensetzung der äusseren Erdkruste.

Ihren Namen hat sie deshalb erhalten, weil in Süd-England und Nord-Frankreich, wo sie zuerst erkannt und studirt worden ist, die weisse, schreibende Kreide als eines ihrer wesentlichen und besonders charakteristischen Glieder hervorragt. In der That bildet dort das Auftreten dieser ausgezeichneten und in ihrer Art einzigen Kalkstein-Varietät eine so hervorstechende Eigenthümlichkeit der Formation, dass für sie in diesen Gegenden eine bezeichnendere Benennung kaum ausfindig gemacht werden könnte. Wenn nun aber dieselbe Benennung auf den Complex aller ihrer Glieder und später auf alle ihre Territorien ausgedehnt worden ist, so darf man deshalb nicht glauben, dass die eigentliche Kreide das vorherrschende Material der ganzen Formation bilde, oder dass solche auch in allen Territorien derselben wirklich vorkomme. Denn schon in Europa sind es, ausser den beiden genannten, nur wenige Länder, in welchen diese weisse Kreide vorhanden ist, während

solche in den meisten europäischen, und noch weit mehr in den aussereuropäischen Territorien der Formation vermisst wird.

Da in den beiden Ländern, von welchen unsere Kenntniss der Formation ausgegangen ist, unter der Kreide glaukonitreiche Mergel und Sandsteine liegen, welche sich durch ihre paläontologischen Eigenschaften, durch ihre Lagerungsverhältnisse und durch ihre innige Verknüpfung mit der Kreide als tiefere Glieder derselben Formation zu erkennen geben, so hat man sich wohl auch bisweilen der Benennung Grünsand- und Kreideformation zur Bezeichnung des ganzen Schichtencomplexes bedient; womit denn eine zweite, sehr charakteristische Eigenthümlichkeit der Formation zum Ausdrucke gebracht wurde. Denn es ist wohl nicht zu läugnen, dass der sogenannte Grünsand oder Glaukonit in keiner der uns bekannten Formationen eine gleich wichtige Rolle spielt, wie in der Kreideformation. In allen Abtheilungen und Etagen derselben, mit Ausnahme der eigentlichen Kreide, begegnen wir mehr oder weniger häufig solchen mit Glaukonitkörnern gemengten Gesteinen; mächtige und weit fortsetzende Schichtensysteme derselben erscheinen dadurch grün gefärbt, manche Schichten bestehen ganz vorwaltend aus Glaukonit, und in vielen wird man wenigstens noch unter der Loupe sparsam eingestreute Glaukonitkörner entdecken*).

Der Glaukonit ist also wirklich ein Mineral, welches manche tiefere Schichten der Kreideformation eben so charakterisirt, wie ihre oberen Schichten in vielen Gegenden durch die weisse Kreide ausgezeichnet sind. Desungeachtet behalten wir die kürzeren Namen Kreideformation oder cretacische Formation bei, deren man sich gegenwärtig fast allgemein zur Bezeichnung dieser letzten Secundärformation bedient. Uebrigens gilt vom Glaukonit dasselbe, was von der Kreide gesagt wurde, dass er nämlich keinesweges überall vorhanden ist, indem es mächtige und ausgedehnte Schichtensysteme giebt, in welchen die Glaukonitkörner gänzlich vermisst werden. Nächst der Kreideformation sind es besonders gewisse tertiäre Formationen, in denen der Glaukonit ebenfalls recht angehäuft ist; auch kennt man ihn hier und da im Gebiete älterer Sedimentformationen; aber eine so allgemeine Verbreitung, wie in den unteren und mittleren Etagen der Kreideformation, dürfte das Mineral nirgends erlangt haben.

Nach ihren paläontologischen und bathrologischen Verhältnissen hat man die verschiedenen Schichtensysteme der Kreideformation in mehre Formationsglieder gesondert. So wurden schon lange in England von unten nach oben der untere Grünsand, der Gault, der obere Grünsand, der Kreidemergel und die eigentliche Kreide unterschieden, womit denn auch fast alle Etagen fixirt waren, welche noch jetzt als wesentlich verschiedene anerkannt werden.

Mit dem Jahre 1835 trat die Naturgeschichte der Kreideformation dadurch in ein neues Stadium, dass Montmollin im Kanton Neuchâtel eine untere, wesentlich aus Kalkstein und Mergel bestehende Etage der Kreideformation nach-

*) Daher bemerkt auch Beyrich sehr richtig, dass es unzweckmässig ist, den Namen Grünsand zur Bezeichnung eines bestimmten Niveaus innerhalb der Kreideformation anzuwenden. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. II, S. 117.

wies, welche er *terrain crétacé du Jura* nannte*), während später Thurmann für dieselbe Etage die von dem lateinischen (oder eigentlich griechischen) Namen der Stadt Neuchâtel, *Neocomum*, entlehnte Benennung *terrain néocomien* in Vorschlag brachte. Man überzeugte sich bald, dass diese Neocombildung in den Alpen und in anderen Gegenden des südlichen Europa eine recht bedeutende Rolle spiele; im Jahre 1840 erklärte Adolph Römer, dass die in der Hilsmulde Hannovers abgelagerten sogenannten Hilsgesteine, deren cretacischen Charakter er bereits im Jahre 1837 erkannt hatte, als die wirklichen Aequivalente der Neocombildung zu betrachten seien**); und im Jahre 1844 zeigte Fitton, dass der untere Grünsand Englands, wie solches schon 1840 von Alcide d'Orbigny ausgesprochen worden war, das *terrain néocomien* des südlichen Europa wenigstens zum Theil repräsentire.

So war denn die Neocombildung, dieses erste Hauptglied der Kreideformation, als eine sehr wichtige und weit verbreitete Bildung nachgewiesen, deren Selbständigkeit und Bedeutsamkeit durch spätere Entdeckungen in Europa und in anderen Erdtheilen immer mehr erkannt wurde.

Auch das zweite, zuerst in England erkannte und unter dem Namen Gault***) oder Galt aufgeführte Hauptglied der Formation lernte man später in Frankreich, in der Schweiz und in anderen Gegenden des südlichen Europa als eine sehr wichtige, und, wenn auch bisweilen nur geringmächtige, so doch selbständige Etage kennen.

Die über dem Gault folgenden und in England als oberer Grünsand, als Kreidemergel und Kreide unterschiedenen Glieder der Kreideformation zeigen in vielen anderen Ländern so ganz abweichende petrographische Eigenschaften und auch oftmals nur so allgemeine paläontologische Unterschiede, dass ein und dasselbe Gliederungsschema für sie kaum überall mit Consequenz durchzuführen sein dürfte. Insbesondere sind der Grünsand und der Kreidemergel, oder die Aequivalente derselben, nicht selten zu einer einzigen grösseren Bildung verschmolzen, während die eigentliche Kreide und deren Aequivalente einen mehr selbständigen Charakter zu behaupten scheinen. Dennoch dürfte es für das Bedürfniss einer allgemeineren Uebersicht am zweckmässigsten sein, mit v. Strombeck, Beyrich und Reuss, unter Benutzung einiger von A. d'Orbigny

---

*) Montmollin's erste Abhandlung erschien 1835 in den *Mém. de la soc. de Neuchâtel. I, p.* 49 f., nachdem schon im Jahre 1834 seine Beobachtungen und Folgerungen von der *réunion* der jurassischen Geologen zu Neuchâtel einstimmig approbirt worden waren. Die eigenthümliche Natur dieser Schichten war übrigens schon im Jahre 1803 von Leop. v. Buch erkannt worden, wie aus einem handschriftlichen Kataloge hervorgeht, den er damals über die Gesteine der Gegend von Neuchâtel verfasste. Vergl. *Comptes rendus, t.* 15, 1842, *p.* 366

**) Neues Jahrb. für Min. 1837, S. 445 und 1840, S. 194.

***) Der Name Gault ist eigentlich eine provinzielle Benennung, mit welcher in Cambridgeshire die mächtige, zwischen dem unteren und dem oberen Grünsande liegende Thonablagerung bezeichnet wird. W. Smith adoptirte ihn in seiner Nomenclatur der verschiedenen Etagen der englischen Kreideformation, und seitdem hat er allgemeinen Eingang gefunden. Das Wort wird auch oft Galt geschrieben, während Phillips in seinem *Manual of Geology p.* 356 auch die Schreibart Golt anführt, welche die eigentliche Aussprache noch richtiger andeuten dürfte.

vorgeschlagener Namen, die Kreideformation überhaupt nach folgendem Schema einzutheilen:

I. Untere Kreideformation.

1. Neocombildung, oder Hilsbildung.
2. Gault.

II. Obere Kreideformation.

3. Cenomanbildung; oberer Grünsand, Quadersandstein.
4. Turonbildung; Kreidemergel und Aequivalente.
5. Senonbildung; Kreide und deren Aequivalente.

Diese Eintheilung lässt sich mit derjenigen, welche Alcide d'Orbigny aufgestellt hat, indem er die Kreideformation in sieben Etagen zerfällt, folgendermaassen parallelisiren; es entspricht:

der Neocombildung, d'Orbigny's *étage néocomien*,
dem Gault, ... *aptien* und *albien*,
der Cenomanbildung, ... *cénomanien*,
der Turonbildung, ... *turonien*,
der Senonbildung, ... *sénonien* und *danien* *).

Ewald hat nämlich gezeigt, dass d'Orbigny's *étage aptien* wirklich mit dem Gault vereinigt werden muss, und nicht als ein besonderes Formationsglied zwischen diesem und der Neocombildung betrachtet werden kann. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. II, S. 440. Die beiden als *cénomanien* und *turonien* aufgeführten Etagen sind zwar häufig so eng verbunden, und daher so schwer zu sondern, dass es bei einem allgemeineren Ueberblicke zweckmässig erscheinen könnte, sie zu vereinigen, wie solches auch von F. Römer für die westphälische Kreideformation und von uns in der ersten Auflage dieses Lehrbuchs geschehen ist. Indessen lässt sich Dasselbe fast noch mehr von dem *Turonien* und *Sénonien* behaupten. Da sich nun aber doch in vielen Territorien eine Sonderung dieser drei Etagen wirklich durchführen lässt, so wollen wir sie so weit als möglich beibehalten. Was dagegen das *terrain danien* betrifft, so hat sich Hébert schon früher dafür erklärt, dass es am besten sei, diesen Namen fallen zu lassen, weil er nur eine besondere Facies der oberen Kreide bezeichne. *Comptes rendus, t.* 35, *p.* 862.

Uebrigens bemerkte Beyrich mit Recht, dass es für die oberen Abtheilungen der Kreideformation noch an passenden, alle ihre Glieder begreifenden und von der petrographischen Beschaffenheit derselben unabhängigen Namen fehlte, wie es die Namen Neocom und Gault für die unteren Abtheilungen sind. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I. S. 295, und II, S. 113. Diess bestimmte ihn auch, später die d'Orbigny'chen Namen Cenoman, Turon und Senon zu adoptiren. *Ibidem* III, S. 570.

Die Kreideformation ist sehr verbreitet in der alten wie in der neuen Welt, scheint aber doch, sowohl nach Norden wie nach Süden, gewisse Gränzen nicht

*) Ueber diese von d'Orbigny aufgestellte Nomenclatur ist Folgendes zu bemerken. Er benannte seine Etagen nach gewissen Localitäten Frankreichs, wo sie recht ausgezeichnet entwickelt sind, und zwar

den *étage aptien*, nach Apt im Département der Basses Alpes,
. . . . . *albien*, nach dem Dép. der Aube (Alba),
. . . . . *cénomanien*, nach der Stadt Mans (Cenomanum),
. . . . . *turonien*, nach der Touraine (Turonia),
. . . . . *sénonien*, nach der Stadt Sens (Senones).

zu überschreiten. Leopold v. Buch hat gezeigt, dass sie in der nördlichen Hemisphäre bei Thistadt in Jütland mit 57°, in der südlichen Hemisphäre aber in der Maghellans-Strasse mit 53° ihre grösste Entfernung vom Aequator erreicht, und weiterhin gegen die Pole nicht bekannt ist.

In Europa, sagt Bronn, sind Territorien der Kreideformation bekannt in Dänemark, Schonen, auf Helgoland, in Portugal, Spanien, Frankreich, England, Teutschland, Italien, Sicilien, Istrien, Polen, in der Türkei, in Griechenland, in Mittel- und Südrussland, wo ihre aus Schonen kommende nördliche Gränze über Grodno, Mohilew, Orel und Simbirsk nach der Wolga und dem Kaukasus zieht; in Asien ist die Kreideformation am Kaukasus und in Daghestan durch Dubois und Abich erforscht, auch am Libanon und Sinai, und bis nach Ostindien, Sumatra und Borneo nachgewiesen worden; in Afrika kennt man sie in Aegypten, Marokko, Algerien, am Kap und bei Port Natal; endlich ist sie in ganz Amerika vorhanden, wo sie von New-Jersey bis nach Alabama einen mehr oder weniger unterbrochenen Zug bildet, ganz besonders aber von Alabama, Mississippi und Tennessee aus nach Westen über Texas und Mexico eine grosse Verbreitung gewinnt, während sie in Südamerika, von Venezuela aus längs der Andeskette bis zum Feuerlande, an vielen Punkten nachgewiesen wurde. Lethäa, 3. Aufl. V, S. 9.

Erstes Kapitel.

Gesteine der Kreideformation.

§. 123. *Conglomerate, Sandsteine und Thone.*

Die Kreideformation besteht wesentlich aus Sandsteinen, Sand und Kalksteinen, aus Mergeln, Thonen und Schieferthonen, welche letztere in manchen Fällen durch förmliche Thonschiefer, so wie die Sandsteine durch Quarzite oder Kieselschiefer ersetzt werden; Conglomerate kommen zwar vor, gewinnen aber niemals eine grosse Bedeutung. Von untergeordneten Gesteinen sind besonders Flint oder Feuerstein, Steinkohlen und Eisenerze, sowie als seltene, ja zum Theil noch als zweifelhafte Vorkommnisse Dolomit, Gyps und Steinsalz zu erwähnen. Endlich ist der Glaukonit als ein sehr allgemein verbreitetes und bisweilen sogar in selbständigen Schichten auftretendes Material hervorzuheben. Wir beginnen die Betrachtung dieser verschiedenen Materialien wiederum mit den psephitischen und psammitischen Gesteinen.

1. Conglomerate. Innerhalb und noch häufiger an der Basis der aus Sandstein bestehenden Etagen finden sich bisweilen Conglomerate ein, welche gewöhnlich sehr vorwaltend aus Quarzgeröllen bestehen, nur selten den Charakter von polygenen Conglomeraten besitzen, und theils als feste consistente Gesteine, theils als lose Geröllmassen erscheinen. Da sie fast niemals eine bedeutende Mächtigkeit erlangen, so gebührt ihnen auch im Allgemeinen nur der Rang von untergeordneten Gesteinen.

In Sachsen sind die tiefsten Schichten des Quadersandsteins vielorts als lockere Quarzconglomerate ausgebildet, in welchen wohl auch mehr oder weniger Geschiebe des unterliegenden Gesteins vorkommen, die Quarzgerölle aber nuss- bis faustgross, und häufig mit einer geätzten, im Sonnenlichte schillernden Oberfläche versehen sind; so z. B. bei Niederschöna und von dort bis gegen Dippoldiswalde hin; namentlich auf den Höhen bei Malter und Hökendorf sind die Quarzgerölle oft sehr auffallend geätzt. Im Plauenschen Grunde bei Dresden enthalten die tiefsten, dem Syenit unmittelbar aufliegenden Schichten der Kreideformation oft so viele, faust- bis kopfgrosse Syenitgeschiebe, dass sie als grobe Conglomerate erscheinen. In der Gegend von Dohna aber sieht man mehrorts polygene, aus Granit-, Porphyr-, Schiefer- und Quarzfragmenten bestehende Conglomerate als die Grundschichten der Kreideformation. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. V, S. 349, 354 und 364. — Auch in Schlesien kommen an mehren Punkten conglomeratartige Grundschichten des Quadersandsteins vor; bei Wartha, Neuland, Goldberg und Prausnitz erscheinen nach v. Dechen die liegendsten Schichten desselben als ein grobes, aus weissen, röthlichen und bräunlichen Quarzgeröllen bestehendes Gestein; eben so verhält es sich nach Reuss im Königgrätzer Kreise in Böhmen, wo sich zu den Quarzgeröllen oft Thonschieferfragmente gesellen. In Westphalen, bei Werl, Rüthen u. a. O. wird die tiefste, aus Glaukonitsand bestehende Schicht oft conglomerat- oder breccienartig durch eingeschlossene Fragmente von Quarz, Kieselschiefer und Kohlensandstein. — Vielfach besprochen sind die in Belgien unter dem Namen der Tourtia bekannten Conglomeratschichten, welche dort gleichfalls unmittelbar der Steinkohlenformation oder noch älteren Bildungen aufliegen. Auch in Irland wird der sogenannte Mulatto, ein glaukonitischer Sandstein, nach unten oft conglomeratartig durch Quarzgerölle und Glimmerschieferfragmente.

Ausser diesen conglomeratähnlichen Grundschichten kommen aber auch in manchen Territorien der Kreideformation höher aufwärts Conglomeratschichten vor, welche sich den Sandsteinen und Sanden unterordnen, und nur als grobe, geröllreiche Varietäten dieser Gesteine zu betrachten sind.

2. Sandsteine, Sande und andere Kieselgesteine. Zu den sehr vorwaltenden Gesteinen der Kreideformation gehören unstreitig die Sandsteine, welche bisweilen durch lose Sandmassen ersetzt werden. Diese psammitischen Gesteine erscheinen nämlich in allen Etagen der Formation und in sehr verschiedenen Varietäten; sie sind meist weiss, gelb, braun oder auch, durch beigemengte Glaukonitkörner, grün, aber nur sehr selten roth gefärbt, bestehen immer vorwaltend aus Quarzkörnern, sind bald feinkörnig, bald grobkörnig, werden mitunter conglomeratartig, und besitzen als Sandsteine ein bald thoniges, bald mergeliges, bald kieseliges oder auch eisenschüssiges Bindemittel, welches zuweilen recht vorwaltend wird, während es häufig dermaassen zurücktritt, dass die Quarzkörner wie unmittelbar an einander gepresst erscheinen. In solchen Fällen sind diese Körner bisweilen sehr krystallinisch oder als wirkliche, wenn auch unvollkommene, Krystalle ausgebildet. Discordante Parallelstructur ist eine sowohl in den Sandsteinen, als auch in den losen Sanden der Kreideformation nicht selten vorkommende Erscheinung*).

*) Leopold v. Buch gedachte dieser Erscheinung schon im Jahre 1797 von der Heuscheuer in Schlesien und von den Adersbacher Felsen in Böhmen, wo man stellenweise glauben könne, eine geneigte Schichtung zu sehen, allein die Richtung der Streifen gehe nach allen Weltgegenden und mit allen möglichen Fallwinkeln. Versuch einer miner. Beschr. von Landeck, S. 46.

Nach Maassgabe ihrer anderweiten Beschaffenheit ist die Schichtung dieser Sandsteine bald mehr bald minder deutlich ausgeprägt; die Mächtigkeit schwankt von einigen Zoll bis zu vielen Ellen; bei sehr mächtigen Schichten erscheint die Schichtung oft weniger markirt, zumal wenn, wie diess häufig vorkommt, die Schichtungsfugen durch keine thonigen Zwischenlagen bezeichnet, und die über einander folgenden Schichten von ganz gleichartiger Beschaffenheit sind. Da sich zu der Schichtung oft eine verticale Zerklüftung gesellt, so zeigen die mächtiger geschichteten Sandsteine der Kreideformation eine quaderförmige oder pfeilerförmige Absonderung, wie namentlich der sogenannte Quadersandstein in Sachsen, Böhmen und Schlesien.

Die Sandsteine und Sande der Kreideformation sind bald sehr arm, bald reich an organischen Ueberresten, welche aber gewöhnlich nur als Steinkerne und Abdrücke, und nur selten leibhaftig erhalten oder durch Chalcedon oder Hornstein petrificirt sind. Ausserdem gehören Lagen, Trümer und Nester von Hornstein oder Chalcedon, und Concretionen von Brauneisenerz zu den nicht seltenen Erscheinungen; die letzteren gehen oft in blose Imprägnationen mit Eisenoxydhydrat über, welche das Gestein oft in allerlei seltsam gestalteten Formen durchziehen.

Wo die Sandsteine der Kreideformation eine grosse Mächtigkeit erlangen, da erscheinen sie meist sehr einfarbig und liefern, in Folge der Erosion, in engen Schluchten und Thälern, sowie in ihren rückständigen Kuppen eine durch schroffe und oft senkrechte Felswände, durch grotteske und abenteuerliche Felsgestalten ausgezeichnete, daher oft recht imposante, aber doch etwas monotone Scenerie. (Sogenannte Sächsische Schweiz, Politz und Adersbach in Böhmen, Blackdown in Devonshire).

Als die wichtigsten Varietäten dieser psammitischen Gesteine der Kreideformation sind loser Sand, und verschiedene Sorten von Sandstein, namentlich reiner, kieseliger, thoniger, kalkiger, glaukonitischer und eisenschüssiger Sandstein zu betrachten.

a. Loser Quarzsand. Ganze Schichten und selbst mächtige Ablagerungen von losem Sande gehören zu den nicht seltenen Erscheinungen; sie sind meist weiss, gelb oder braun, und enthalten oftmals Concretionen oder Bänke von festem Sandstein, dessen Bindemittel theils hornsteinartig, theils Eisenoxydhydrat ist. Auch glaukonitische und daher grünlich gefärbte Sandschichten kommen in der Kreideformation ziemlich häufig vor.

In Belgien bei Anzin liegt unter der vorhin erwähnten Tourtia eine Ablagerung von grobem losem Sande, welche durch vieles Wasser zu einem schwimmenden Gebirge wird, und dem Kohlenbergbau grosse Hindernisse verursacht; sie führt den Namen *torrent,* und besteht aus erbsengrossen Quarzkörnern, sowie aus kleinen Geschieben von Quarz, Hornstein und Kieselschiefer; ihre Mächtigkeit beträgt 10 bis 40 Fuss. Auch bei Aachen beginnt nach Debey die Kreideformation mit einer sehr mächtigen Sandablagerung, welcher Thonschichten und concretionäre Sandsteinbänke eingeschaltet sind. Dagegen besteht nach Becks und F. Römer in Westphalen, zwischen Haltern und Recklinghausen, die oberste Etage der Kreideformation in der bedeutenden Mächtigkeit von mehren 100 Fuss fast nur aus losem, gelbem Quarzsande, welcher namentlich am Stimmberge viele braune bis

bräunlich-schwarze, plattenförmige Concretionen von sandigem Brauneisenerz, anderwärts aber Nester und Bänke von quarzitähnlichem Sandstein umschliesst. Dieselben Sandbildungen finden sich nördlich von der Lippe an der hohen Mark, am Annaberge und in den Reckenschen Bergen; an den Borkenbergen, östlich von Haltern, ist der Sand rostbraun, und geht oft in weichen braunen, oder in sehr harten schwarzen Sandstein über. Aehnliche Ablagerungen von lockerem Sande und von Quarzkieseln, mit häufigen Concretionen von Kieselsandstein und Kieselconglomerat sind es, welche Beyrich bei Quedlinburg, sowie an der Nordseite des Riesengebirges am Queiss und Bober nachgewiesen und unter dem Namen Ueber-Quader beschrieben hat; bei Quedlinburg existirt noch eine zweite mächtige Etage von lockerem Sande, in welcher Kohlenflötze vorkommen. Alle diese Sandbildungen gehören, eben so wie jene in Westphalen, der obersten Abtheilung der Senonbildung an, und entsprechen also ihrer bathrologischen Stellung nach der weissen Kreide Englands und Frankreichs.

Wie in Teutschland so kennt man dergleichen sandige Schichten auch in anderen Ländern, obwohl sie dort meist eine ganz andere bathrologische Stellung behaupten. Bei Godalming und Hindhead in Surrey sind es lose Sandlager mit untergeordneten Concretionen und Schichten von Hornstein, welche die untere Abtheilung der Kreideformation (oder die Neocombildung) wesentlich zusammensetzen; die ganze Gegend stellt eine dürre, baumlose, nur hier und da mit Haidekraut bewachsene Landschaft dar. Auf ähnliche Weise stellt der untere sogenannte Grünsand in Wiltshire eine Ablagerung von gelbem oder braunem Sande dar. Eben so ist der sogenannte Shanklin-Sand in Sussex in der Hauptsache ein ziemlich buntscheckiger (grau, grün, gelb, braun, roth und weiss gefärbter) Sand mit Concretionen von Hornstein und Kalkstein. — Aehnliche bunte Sande bilden nach d'Archiac in Frankreich bei Vassy (Haute Marne) in der unteren Kreideformation eine 10 bis 12 Fuss mächtige Schicht, welche sich, ungeachtet ihrer geringen Mächtigkeit, als ein vortrefflicher Horizont aus dem Département der Maas bis in jenes der Nièvre verfolgen lässt. Auch im Dép. der Orne kommen nach d'Archiac an der Basis der dortigen (mit der Turonbildung beginnenden) Kreideformation theils glaukonitische, theils gelbliche Sandschichten vor; und bei le Mans, sowie überhaupt im Dép. der Sarthe, spielen gleichfalls Sandschichten eine wichtige Rolle. — Nach Sharpe liegt in Portugal der Hippuritenkalk gleichförmig auf eisenschüssigem Sande, welcher zu einer sehr ausgedehnten und mächtigen Etage der dortigen Kreideformation gehört, die an der Küste, von Lissabon bis zur Mündung der Vouga, 150 engl. Meilen, und landeinwärts 20 bis 40 Meilen weit zu verfolgen ist. In diesem, ganz an Diluvialbildungen erinnernden losen Sande und Gerölle kommen nördlich von Lissabon viele Kalksteinschichten vor, deren Fossilien die cretacische Natur des Sandes ausser allen Zweifel stellen. — Auch bei Bannewitz, unweit Dresden, liegt nach Geinitz auf der Gränze des unteren Quadersandsteins und Pläners eine Schicht von äusserst feinem weissem Sande, welcher Millionen verkieselter Röhren von *Serpula plexus* enthält.

b. Reine Quarzsandsteine. Zu ihnen gehören viele Varietäten des in Sachsen, Böhmen und Schlesien so verbreiteten Quadersandsteins, welcher, in allen Abstufungen des Kornes, oft nur aus dicht an einander gepressten oder unmittelbar mit einander verkitteten, farblosen oder hellfarbigen, durchscheinenden Quarzkörnern besteht, die nicht selten ein so krystallinisches Ansehen gewinnen, dass das Gestein im Sonnenlichte funkelt. Ja, bei Grüllenburg im Tharander Walde, bei Paulshain und Ruppendorf kommen Schichten vor, welche aus recht vollständig ausgebildeten, bis erbsengrossen Quarzkrystallen bestehen; zum Beweise, dass manche dieser Sandsteine als wirkliche krystallinische Gebilde aus einer Kieselsolution entstanden sind. Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. V, S. 365 f.

Hierher möchten wohl auch die Quarzite zu rechnen sein, welche nach H. Karsten im Gebirge von Cumana zugleich mit Thonschiefer an der Bildung der Kreideformation Theil nehmen.

c. Kieselige Sandsteine. Unmittelbar an diese krystallinischen Sandsteine schliessen sich diejenigen Sandsteine mit kieseligem Bindemittel an. Dergleichen kieselige Sandsteine zeigen bei grosser Feinkörnigkeit eine hornsteinähnliche oder quarzitartige Beschaffenheit, während sie bei gröberem Korne in sehr feste Kieselbreccien oder Kieselconglomerate übergehen. Sie erscheinen theils in stetigen und regelmässigen Schichten, theils nur in ungestalteten, blockähnlichen oder plattenförmigen Concretionen innerhalb loser Sandschichten; diese Concretionen haben oft eine knorrige und löcherige, gleichsam ausgenagte, und dabei glatte, fast wie glasirte Oberfläche.

Solche kieselige Sandsteine sind es, welche z. B. am Nordrande des Harzes in mächtigen und steil aufgerichteten Schichten die Gegensteine bei Ballenstädt, die Teufelsmauer bei Warnstedt und Weddersleben bilden; auch bei Wehrau in der Lausitz kommen ähnliche Schichten vor, und bei Graupen in Böhmen ragen an einem Punkte fast senkrechte Hornsteinschichten mit *Exogyra columba* auf. Für die Concretionen solcher Sandsteine sind oben, bei Betrachtung der Sandlager, Beispiele aufgeführt worden. Die Wetzsteine, welche bei Blackdown in Devonshire gewonnen werden, stammen von ähnlichen Concretionen innerhalb des dortigen Sandes ab. — Andere Sandsteine werden nur nach allen Richtungen von Hornsteintrümern durchschwärmt, welche ein körperliches Netz bilden, dessen Maschen mit weicherem Sandstein ausgefüllt sind; hat die Verwitterung diese weicheren Massen ausgenagt, so treten die Hornsteintrümer weit hervor, und verleihen den Felswänden ein zelliges und cavernoses Ansehen; (Heidelberg und Regenstein bei Blankenburg). Eine ähnliche Erscheinung kommt auch häufig bei anderen Sandsteinen vor, in welchen härtere und weichere Partieen dergestalt verbunden sind, dass die ersteren innerhalb der letzteren eine Art von körperlichem Netze bilden, ohne sich jedoch im frischen Bruche bemerkbar zu machen (Quadersandstein der sächsischen Schweiz).

d. Thonige Sandsteine. Sie haben ein thoniges Bindemittel, sind gewöhnlich sehr feinkörnig, haben meist hellgelbe, hellgraue oder weisse Farben, enthalten oft feine Glimmerschuppen, auch nicht selten sparsame Glaukonitkörner, und pflegen dünnschichtig zu sein, weshalb auch manche Varietäten derselben unter dem Namen Plänersandstein aufgeführt worden sind; andere haben fast ein thonsteinähnliches Ansehen, wie z. B. der weisse Sandstein von Charkow in Russland. Hier sind auch die kaolinischen Sandsteine zu erwähnen, d. h. solche aus Quarzkörnern bestehende Sandsteine, deren Bindemittel Kaolin ist; dergleichen sind nach Casiano de Prado in Spanien, in der Provinz Leon, als untere Schichten der Kreideformation auf 25 lieues Länge bekannt.

e. Kalkige Sandsteine. Viele Sandsteine der Kreideformation sind durch kohlensauren Kalk gebunden, und erscheinen daher als kalkige Sandsteine. Gewöhnlich ist ihr Bindemittel dicht und mergelartig d. h. thonigkalkig; dann pflegen es sehr feinkörnige, weiche, hellfarbige, oft glaukonitreiche, bisweilen auch mit etwas Glimmer gemengte Sandsteine zu sein, welche bald dick- bald dünnschichtig sind, und im letzteren Falle auch oft Plänersandstein oder Quadermergel genannt werden. Sie kommen häufig als Uebergangsglieder aus dem Sandsteine in den Kreidemergel oder Pläner vor, und sind in vielen Territorien der Kreideformation bekannt, während sie in einigen, wie z. B. in Böhmen und Schlesien, eine recht bedeutende Rolle spielen. Wenn aus diesen Plänersandsteinen der kohlensaure Kalk ausgelaugt worden ist, so stellen sie eigenthümliche, rauhe, poröse und feinsandige, einigermaassen an Tripel erinnernde Gesteine dar.

Seltener ist das Bindemittel krystallinischer Kalkspath; dann enthalten diese Sandsteine oft recht grosse Quarzkörner und Glaukonitkörner, welche durch den Kalkspath zu einem festen, schwer zersprengbaren Gesteine verbunden sind, dessen Bruchflächen durch die weit fortsetzenden Spaltungsflächen des Kalkspathes ein schillerndes Ansehen erhalten. Solche Kalkspath-Sandsteine kommen in Sachsen und Böhmen hier und da, zumal an der Gränze des Quadersandsteins und Pläners vor, doch bilden sie immer nur einzelne, schmale Schichten; man kennt sie auch bei Folkstone in England und bei Ville-en-Bray unweit Beauvais in Frankreich.

f. Glaukonitische Sandsteine oder Grünsandsteine. Obgleich viele Sandsteine der Kreideformation mit sparsam eingestreuten Glaukonitkörnern versehen und daher glaukonithaltig sind, so lassen sich doch nur solche Varietäten als Grünsandsteine bezeichnen, in welchen der Glaukonitgehalt so gross ist, dass er eine grüne Färbung des Gesteins bedingt. Es sind aber besonders die kalkigen und thonigen Sandsteine, welche oftmals durch reichliche Beimengung von Glaukonit grünlichgrau, berggrün, seladongrün oder lauchgrün erscheinen.

Solche wirkliche Grünsandsteine kommen fast in allen Abtheilungen der Kreideformation, ganz vorzüglich aber in der Cenoman- und Turonbildung vor; nimmt der Glaukonit noch mehr überhand, so gehen sie zuletzt in die eigentlichen Glaukonitgesteine (§. 425) über. In Sachsen sind sie vielorts auf dem linken Elbufer bekannt; eben so kennt man sie in Böhmen, Schlesien und in anderen Gegenden Teutschlands. Besonders ausgezeichnet erscheinen sie in der Kreideformation Westphalens, bei Soest, Werl und Unna, wo mitten in der sehr mächtigen Plänerbildung eine Einlagerung von kalkigem Grünsandstein auftritt, der vielfältig als Baustein gebrochen wird, und so auffallend grün gefärbt ist, dass die Kirchen und andere aus ihm aufgeführte Gebäude ein eigenthümliches Ansehen erhalten. In Frankreich und England gehören dergleichen grüne Sande und Sandsteine zu den sehr gewöhnlichen Erscheinungen, weshalb denn auch dort die unteren Etagen der Kreideformation anfangs unter dem Namen *greensand* oder *grès vert* aufgeführt wurden.

g. Eisenschüssige Sandsteine. Sehr viele Sandsteine der Kreideformation haben Eisenoxydhydrat zu ihrem Cämente oder Pigmente, und erscheinen daher gelb oder braun, ja bisweilen fast schwarz gefärbt. Diese eisenschüssigen Sandsteine sind theils hart und fest, theils weich und mürbe, je nachdem das Bindemittel ausserdem noch kieselig oder thonig ist. So ist z. B. in Oxfordshire, Cambridgeshire und Buckinghamshire der untere Sandstein der Kreideformation nach oben sehr eisenschüssig, und eben so erscheint im Teutoburger Walde der Neocomsandstein vorwaltend als ein dunkelgelbes oder braunes Gestein. Auch bei le Mans und Sergé (Sarthe) sind dunkelbraune und fast schwarze Sandsteine viel gebrochen worden, welche der Kreideformation angehören.

Gleichwie aber die kieseligen Sandsteine oft nur Concretionen innerhalb anderer Sandsteine oder innerhalb des losen Sandes bilden, so ist diess auch häufig der Fall mit den eisenschüssigen Varietäten; dann ist das Eisenoxydhydrat mitunter so reichlich vorhanden, dass das Gestein in unreines, sandiges Brauneisenerz übergeht. Bisweilen sind es nur runde, braune Flecke, welche dem übrigens hellfarbigen Sandsteine ein gesprenkeltes oder getigertes Ansehen verleihen (sogenannter Tigersandstein); gewöhnlich aber sind es krummflächige, regellos gewundene, verzweigte und anastomosirende Platten, Cylinder, Sphäroide, überhaupt mancherlei seltsam gestaltete Formen, in denen sich das Eisenoxydhydrat condensirt hat. — In Surrey und Norfolk kommen dergleichen Concretionen sehr häufig in der oberen Abtheilung des unteren sogenannten Grünsandes vor. Die

Concretionen am Stimmberge in Westphalen wurden schon oben erwähnt; an den Borkenbergen östlich von Haltern bildet der Eisensandstein bald Tafeln von mehren Quadratfuss Oberfläche bei nur 1 bis 3 Zoll Dicke, bald lange Röhren, die gerade oder gebogen sind, bald unregelmässige eckige Massen; Becks, in Karstens Archiv, Bd. 8, 1835, S. 376. Der gelbe Sand und Sandstein, welcher in New-Jersey den dortigen Glaukonitsand bedeckt, ist nach H. Rogers in den Nevesink-hills so reich an Eisenoxydhydrat, dass er als Eisenerz gelten kann; dieser sandige Eisenstein bildet oft Platten und Röhren, fast so gross wie Kanonenläufe, die alle horizontal liegen; überhaupt aber ist der ganze Sand an der Mündung des Nevesink-river erfüllt mit hohlen Concretionen, die wie Bomben, Flaschen u. s. w. gestaltet sind, aus Brauneisenerz bestehen, aber nur weissen Sand enthalten. *Report of the geol. survey of the state of New-Jersey,* 1836, *p.* 49 und 51.

Verschieden von den bisher betrachteten psammitischen Gesteinen sind die grauen und ganz grauwackenähnlichen Sandsteine, welche in der Kreideformation der Pyrenäen eine sehr wichtige Rolle spielen, und anfangs auch wirklich für Grauwacken, d. h. für psammitische Gesteine der Uebergangsformation gehalten worden sind. Aehnliche Sandsteine finden sich bei Port Famine an der Maghellansstrasse; schwarze Sandsteine aber, welche der Senonbildung angehören sollen, kennt man in Chile.

Roth gefärbte Sandsteine und Sande sind zwar selten in der Kreideformation, dennoch aber nicht gänzlich aus ihrem Bereiche ausgeschlossen; dasselbe gilt von den bunt gefärbten psammitischen Gesteinen.

Am Gipfel des Liliensteins in Sachsen finden sich einzelne, schmale, ziegelrothe und röthlichbraune Sandsteinlagen; mächtigere Bänke von licht röthlichen Sandsteinen sind aber in mehren Steinbrüchen der Sächsischen Schweiz bekannt. Bei Neuenheerse am Teutoburger Walde liegt über dem (dort weissen) Neocomsandsteine und unter dem Pläner ein braunrother, stark eisenschüssiger Sandstein voll sonderbar gestalteter Hornsteinknollen, welcher nach F. Römer dem Gault zu entsprechen scheint. Zeitschr. der deutschen geolog. Ges. IV, S. 731, und VI, S. 121. Derselbe Sandstein steht auch im Thale oberhalb Herbram unter der Plänerbildung auf bedeutende Distanz an, ehe man den gelben Sandstein erreicht. Alcide d'Orbigny macht auf das Vorkommen von rothen quarzigen Sandsteinen bei Uchaux (Vaucluse) und bei Trigance, unweit Draguignan (Var) aufmerksam. In der Perche, einem Landstriche zwischen der Sarthe und Loire, erscheint innerhalb der daselbst herrschenden Sandmassen der sogenannte *roussard*, ein röthlichbrauner Sandstein oder ein gleichfarbiges Conglomerat. Der Sand und Sandstein des sogenannten Shanklinsandes in Sussex ist nach Mantell stellenweise roth, wie bei Dichling, ja bei Hurstperpoint sogar dunkelroth. Bunte und rothe Sande sind im Dép. der Marne, sowie im pays de Bray und in anderen Gegenden des nördlichen Frankreich eine ziemlich häufig vorkommende Erscheinung. Bei Alt-Moletein in Mähren sind die untersten Schichten des Quadersandsteins nach Glocker verschiedentlich roth, gelb, braun, überhaupt so bunt gefärbt, wie es ihm ausserdem nirgends von Sandsteinen bekannt ist. In der Kreideformation von Cumana spielt nach H. Karsten ein braunrother Sandstein als jüngstes Glied eine sehr wichtige Rolle.

An die Kieselsandsteine schliessen sich die rothen und braunen Jaspisschichten an, welche nach Virlet in der Kreideformation von Morea vorkommen, und bisweilen ganze Hügel bilden; sowie die Kieselschiefer, welche nach H. Karsten im nördlichen Venezuela als sehr verbreitete Gesteine der dortigen Kreideformation auftreten.

Endlich ist auch noch Tripel, oder doch wenigstens ein tripelähnliches Gestein, in manchen Territorien der Kreideformation bekannt; im nordöstlichen Frankreich aber gewinnt ein eigenthümliches kieseliges Gestein grosse Verbreitung, welches unter dem Namen *Gaize* aufgeführt wird, während in Russland, in den Gouvernements Kursk und Woronesch, eine merkwürdige Sandstein-Varietät vorkommt, welche wegen ihres reichlichen Gehaltes an Kalkphosphat Apatitsandstein genannt worden ist.

Tripel ist nach v. Voith in der Gegend von Amberg in Baiern sehr verbreitet, wo er an der Basis der Kreideformation auftritt: bei Isium in den Donetzgegenden bildet er untergeordnete Schichten im Grünsande. Hierher gehört vielleicht auch die 80 bis 100 Fuss mächtige Ablagerung eines, von Way und Paine zwischen dem Gault und dem oberen Grünsande bei Farnham entdeckten Gesteins. Dasselbe ist gelblich, leicht, geschichtet, erscheint unter dem Mikroskope amorph, enthält nur einige Foraminiferen aber keine Diatomeen, und besteht aus etwa 48 p. C. in Säuren löslicher Masse mit 40 Kiesel, und 52 p. C. unlöslicher Masse mit 42 Kiesel. Thonerde und Eisenoxyd sind ausser der Kieselsäure die wichtigsten Bestandtheile. Journal für prakt. Chemie, B. 60, S. 48. Möglicherweise ist es nur ein Plänersandstein, dessen Kalkgehalt ausgelaugt ist, und welcher dadurch ein tripelähnliches Ansehen erhalten hat.

Die Gaize ist in den Départements der Ardennen, der Maas und der Marne bekannt; ein schmutzig weisses, weiches, thonigsandiges, glaukonithaltiges Gestein, in welchem sehr harte und dichte Kieselconcretionen vorkommen, die ganz allmälig in die umgebende Masse verfliessen. Dieses Gestein ist merkwürdig, weil es sehr viel Kieselerdehydrat enthält; eine Analyse ergab 56 p. C. dieses Hydrates, 17 p. C. Quarzsand, 12 Glaukonit, 7 Thon und 8 p. C. Wasser. Bei Sainte-Menehould im Dép. der Marne erlangt das Gestein eine Mächtigkeit von mehr als 300 Fuss, eben so bei Bouconville (Ardennen); seiner Stellung nach entspricht es dem oberen Grünsand oder Pläner anderer Gegenden.

Der von Claus beschriebene Apatitsandstein, welcher in der Gegend von Kursk als Baustein und Pflasterstein benutzt wird, bildet Schichten von einigen Zoll bis anderthalb Fuss Dicke mit nierenförmiger Oberfläche, ist grau bis braun, im Bruche sandigkörnig, und ziemlich hart. Er besteht zur Hälfte aus Quarzsand und zur Hälfte aus, in Salzsäure auflöslichen Theilen, darunter fast 30 p. C. Kalkphosphat, 8 p. C. Kalkcarbonat, 5 p. C. Fluorcalcium. Ein ähnlicher, von Chodnew untersuchter Sandstein aus dem Gouvernement Woronesch enthielt 41 p. C. Sand, 24 p. C. Kalkcarbonat und 31 p. C. Kalkphosphat. Zu diesem Sandsteine, sagt Keyserling, mögen Knochen das Material geliefert haben, und dennoch breitet er sich über einen Raum von 800 Werst aus. Es erinnert diess an das nicht seltene Vorkommen von Kalkphosphat-Concretionen im oberen Grünsande Englands und in anderen Schichten der Kreideformation, auf welches wir weiter unten zu sprechen kommen werden.

Von accessorischen Bestandtheilen sind, ausser den Concretionen von Hornstein, Brauneisenerz und Kalkphosphat, und den bisweilen vorkommenden Brocken von Steinkohle oder Braunkohle, noch besonders Eisenkies, Bohnerz und Bernstein zu erwähnen.

Eisenkiesknollen kommen zuweilen in den psammitischen Gesteinen der Kreideformation vor, sind aber gewöhnlich in Brauneisenerz umgewandelt. Nach Reuss enthält der Quadersandstein des Königgrätzer Kreises in Böhmen bei Hradischka viele Knollen von Eisenkies, und nach Glocker ist der Sandstein bei Alt-Moletein

in Mähren ganz erfüllt mit Kugeln von Markasit (Wasserkies), welcher sehr schnell vitriolescirt, wobei sich die Kugeln mit einer Rinde von Rotheisenoxyd bedecken. Bohnerz kommt hier und da eingestreut in den Sandsteinen vor. Bernstein, zugleich mit Lignitbrocken, ist nach Boué im Quadersandstein von Obora in Mähren, nach Cuvier im Grünsand bei Dives, nach Morton im Grünsand von Nordamerika vorgekommen. Thongallen sind selten in den Sandsteinen der Kreideformation; doch fand Cotta bei Opitz unweit Tharand runde Höhlungen im Quadersandstein, die unten mit Sand und oben mit Thon ausgefüllt waren.

3. Thone, Schieferthone und verwandte Gesteine. Obwohl die Thone und Schieferthone im Vergleich zu den Sandsteinen und Kalksteinen gewöhnlich eine mehr untergeordnete Stellung behaupten, so gewinnen doch manche ihrer Ablagerungen eine grössere Bedeutung. Gewöhnlich erscheinen sie im Gebiete der Sande und Sandsteine, denen sie eingelagert oder auch unmittelbar aufgelagert zu sein pflegen, wie denn auch die Schichten der Sandstein-Etagen oftmals durch schwache thonige Zwischenlagen von einander abgesondert werden. Wie wenig aber die Sandsteine auf bestimmte Etagen der Kreideformation beschränkt sind, so wenig ist diess auch mit den thonigen Gesteinen der Fall, welche in der Neocombildung und im Gault, in der Cenoman–, Turon– und selbst in der Senonbildung auftreten, obgleich das Letztere zu den seltneren Fällen zu gehören scheint.

Die Thone der Kreideformation sind oft glaukonitisch, meist dunkelgrau, selten bunt, und umschliessen häufig Nieren von Eisenkies, Kalkphosphat oder Thoneisenstein, besonders aber organische Ueberreste, welche meist vortrefflich erhalten zu sein pflegen. Die sehr feinen fetten Thone werden zuweilen als Walkerde, die meisten Sorten als Töpferthon und Ziegelthon benutzt. Die Schieferthone sind ebenfalls grau, und nicht selten mit Pflanzenabdrücken versehen. An sie schliessen sich die Thonschiefer an, welche in der Krimm und am Kaukasus, in Südamerika und auf dem Feuerlande als sehr bedeutsame Glieder der Kreideformation erkannt worden sind.

Eine der wichtigsten und am frühesten bekannt gewordenen Thonablagerungen der Kreideformation ist diejenige, welche in England den Gault constituirt, und daselbst zwischen dem unteren und dem oberen Grünsande auftritt. Sie besteht aus grauem bis schwärzlichblauem Thone, der einen sehr guten Ackerboden liefert, selten über 100 Fuss mächtig wird, aber durch seine eigenthümlichen und trefflich erhaltenen Fossilien ein grosses Interesse gewinnt. Diess ist besonders der Fall an der Südküste des Landes bei Folkstone, wo er 130 Fuss mächtig ansteht, nach oben sehr glaukonitisch, nach unten aber reich an herrlichen Petrefacten und an kugeligen, cylindrischen und knolligen Concretionen von Eisenkies ist, welche an der gegenüberliegenden französischen Küste bei Wissant ein Vitriolwerk unterhalten. Auch kommen dunkelbraune Knollen vor, deren Formen an Koprolithen erinnern, und welche vorwaltend aus phosphorsaurem Kalke bestehen. Dieselben Knollen kennt man im Gault von Norfolk und anderer Grafschaften. In Wiltshire kommt ausser dem blauen Thone auch gelber Thon vor, welche jedoch beide, ausser verkiestem Holze, keine organischen Ueberreste enthalten. In Cambridgeshire ist der Gault 140 Fuss mächtig, und dort, wie in vielen anderen Ge-

genden, eine in hydroökonomischer Hinsicht, für Wasserversorgung und Erbohrung artesischer Brunnen sehr wichtige Ablagerung.

In Yorkshire liegt an der Basis der Kreideformation der sogenannte Speeton-clay, ein dunkelfarbiger schieferiger Thon mit vielen Thoneisenstein-Nieren, welcher bei Speeton 180 Fuss mächtig ist, und vorzugsweise solche Fossilien enthält, die auch im Gault vorkommen, weshalb er wohl in der Hauptsache mit diesem übereinstimmt; da aber auch einige neocome Fossilien vorhanden sind, so vermuthet d'Archiac, dass dieser Speeton-Thon die beiden unteren Bildungen der Kreideformation in sich vereinigt. — Bei Vassy (Haute-Marne) erreichen die mergeligen Thone des Gault nach Cornuel die ausserordentliche Mächtigkeit von 400 Fuss. Im nordwestlichen Teutschland sind gleichfalls mächtige Ablagerungen von Thon als Glieder des Gault in grosser Verbreitung bekannt.

Auch die Neocombildung hat ihre Thone, wie der zuerst von A. Römer beschriebene Hilsthon lehrt, welcher in der sogenannten Hilsmulde bei Alfeld, auch bei Hildesheim und am nördlichen Fusse des Deister vorhanden ist, wo er eine 60 Fuss mächtige Ablagerung bildet, welche Nieren von braunem Kalkstein, Knollen von Eisenkies und kleine Gypskrystalle umschliesst. In der Gegend von Braunschweig ist es nach v. Strombeck eine mehre hundert Fuss mächtige Ablagerung eines blaulichgrauen, zum Theil schieferigen Thones, welche die Neocombildung repräsentirt. Nach Hohenegger bilden auch in der Gegend von Teschen dunkelgraue bituminöse Schiefer eine wichtige Ablagerung an der Basis der dortigen Neocombildung. In England sind die bekannten Walkthonlager von Nutfield in Surrey und von Woburn in Bedfordshire, von denen das erstere 16, das andere 12 Fuss mächtig ist, dem unteren oder neocomen Sandsteine eingelagert; jenes von Nutfield hält viele Nieren von Baryt. Bei Troyes im Dép. de l'Aube besteht nach Leymerie die obere Etage der Neocombildung theils aus dunkelblauem, theils aus weissem und buntem Thone; eben so erlangen die rothen, bunten und grauen Thone der Neocombildung im pays de Braz eine grosse technische Wichtigkeit.

In Belgien liegt über der Tourtia und unter der Kreide eine an 60 Fuss mächtige Ablagerung von grauem sehr zähem Thon (Dief genannt), welcher nach unten etwas kalkig und roth wird. Ueberhaupt sind auch in der Cenomanbildung Lager von Thon und Schieferthon keine seltene Erscheinung; man kennt dergleichen z. B. in Sachsen bei Niederschöna unweit Freiberg, wo das Schieferthonlager viele Pflanzenabdrücke geliefert hat, bei Mobschatz und Leiteritz unweit Dresden, bei Zuschendorf und Gross-Cotta unweit Pirna, bei Naundorf zwischen Pirna und Königstein, wo sie fast alle im untern Quadersandstein liegen; auch wird dieser Sandstein an vielen Orten durch ein 5 bis 6 Fuss mächtiges Thonlager vom Pläner abgesondert. Aehnliche Einlagerungen kommen in Böhmen und Schlesien vor; die bekannten Töpfereien von Bunzlau beruhen auf der Existenz weisser Thonlager im Quadersandstein. Der untere cenomane Quadersandstein Böhmens und Mährens ist nach Reuss reich an nicht unbedeutenden Einlagerungen von Schieferthon. Den turonischen Sandsteinen untergeordnete Lager von Walkthon sind z. B. diejenigen von Moresnet bei Aachen und Verviers in Belgien. Im Dép. de l'Aisne erlangt nach d'Archiac eine, zwischen dem oberen Grünsande und der Kreide liegende, mächtige blaue Thonschicht in hydroökonomischer Hinsicht eine grosse Wichtigkeit.

Was die Thonschiefer betrifft, so existirt nach Dubois de Montpereux an beiden Abfällen des Kaukasus eine, mehre tausend Fuss mächtige Schieferbildung, welche zwar sehr arm an organischen Ueberresten ist, dennoch aber charakteristische Fossilien der Kreideformation enthält. Bei Vrem und Volosca in Istrien bestehen die tiefsten bekannten Schichten der Kreideformation aus einem schwarzen bituminösen Schiefer. Nach H. Karsten treten in Venezuela dunkle Thonschiefer zugleich mit Kieselschiefern als wesentliche Glieder der Kreideformation auf, und

nach Darwin wird dieselbe Formation auf dem Feuerlande durch eine mächtige Thonschieferbildung repräsentirt, welche zwar den ältesten Schiefern sehr ähnlich ist, deren Fossilien aber nach den Untersuchungen von Grange, d'Orbigny und Forbes keinen Zweifel darüber lassen, dass sie der cretacischen Periode angehört.

§. 424. *Mergel, Kalksteine und Kreide.*

Nächst den sandigen und thonigen Gesteinen sind es mancherlei kalkige Gesteine, welche an der Zusammensetzung der Kreideformation einen wesentlichen Antheil nehmen, und in manchen ihrer Territorien als die hauptsächlichen, ja als die alleinigen Bestandtheile derselben auftreten. Diese kalkigen Gesteine lassen sich besonders als Mergel, als Kalksteine und als Kreide in der eigentlichen Bedeutung des Wortes unterscheiden.

1. Mergel und mergelige Kalksteine. Sie gehören zu den sehr gewöhnlichen Gesteinen der Kreideformation, und bilden die petrographischen Mittelglieder zwischen den Sandsteinen als dem einen, und der Kreide als dem anderen Extreme, so dass sich durch sie ganz allmälige Uebergänge aus dem einen dieser Extreme in das andere verfolgen lassen. Diejenigen Gesteine, welche von den Engländern *chalk-marl*, von den Franzosen *craie tuffeau* oder *craie chloritée*, von den Teutschen Kreidemergel, Pläner oder Flammenmergel genannt worden sind, gehören grösstentheils in das Gebiet dieser mergeligen Gesteine.

Sie sind meist licht blaulichgrau bis aschgrau, selten graulich- oder gelblichweiss im frischen Bruche, obwohl sie an der Oberfläche oft gelblichweiss bis gelblichgrau erscheinen, haben flachmuscheligen und feinerdigen Bruch, geringe Härte sofern sie nicht sehr kieselreich sind, enthalten oft Glaukonitkörner, bisweilen auch feine Glimmerschuppen, sind bald dünnschichtig, bald dickschichtig, und zerwittern nicht selten zu platten, linsenförmigen Scherben, wie sich denn auch die mächtigeren Schichten durch Frost und Verwitterung allmälig zu dünnen Platten absondern. Da sie Gemenge von kohlensaurem Kalk, Thon und Sand sind, so lässt sich auch keine bestimmte Zusammensetzung erwarten, indem diese drei Bestandtheile in sehr schwankenden Verhältnissen vorkommen. Unter den accessorischen Bestandmassen sind besonders Concretionen von reinem oder glaukonitischem Kalkstein, Knollen von Eisenkies*), Nieren und Lagen von Hornstein, kleine Knollen von Kalkphosphat (wie mehrorts in England, Frankreich und Russland) und Brocken von Pechkohle hervorzuheben. Die meisten dieser Mergel sind mehr oder weniger reich an organischen Ueberresten, welche ziemlich gut erhalten zu sein

*) In der sogenannten grauen Kreide bei Misdroy auf der Insel Wollin, welche eigentlich ein blaulichgrauer sehr thoniger Mergel ist, findet sich der Pyrit in bis centnerschweren Knollen und lenticularen Platten, auch zuweilen gangförmig so häufig, dass der Strand ganz erfüllt mit Pyritknollen ist, und dass sowohl diese als auch die anstehenden Massen bergmännisch gewonnen werden, was eine jährliche Production von 4000 Centnern liefert. Unger, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. XII, S. 557 ff.

pflegen; doch giebt es auch mächtige Ablagerungen, welche äusserst arm daran sind, wie z. B. der Flammenmergel. Zu den wichtigsten Varietäten dieser Gesteine gehören der Kreidemergel, der Pläner, der Flammenmergel und der Glimmermergel, welche alle wiederum als glaukonitfreie, glaukonitarme und glaukonitreiche (z. Th. grüne) Gesteine erscheinen, je nachdem sie gar keinen, oder sehr wenig, oder auch viel Glaukonit enthalten.

a. Kreidemergel. Obgleich mitunter sehr verschiedene dieser mergeligen Gesteine, als Glieder der Kreideformation, unter dem Namen Kreidemergel aufgeführt werden, so sind doch als Kreidemergel in der engeren Bedeutung nur solche Varietäten zu bezeichnen, welche in ihrer Farbe, Consistenz und Härte eine schon mehr kreideähnliche Beschaffenheit verrathen; dergleichen weisse oder hellgraue, feinerdige und weiche, oft recht glaukonitreiche Mergel (daher *craie chloritée*) sind ziemlich verbreitet in England und Frankreich, wo sie zwischen dem oberen Grünsande und der eigentlichen Kreide aufzutreten pflegen; weshalb denn auch manche von denjenigen Gesteinen hierher gehören, welche unter den Kategorieen des *upper greensand* und des *lower chalk* begriffen werden. Auch im nördlichen Westphalen sind dergleichen ächte, und sogar ihrer bathrologischen Stellung nach der Kreide aequivalente (daher senonische) Kreidemergel sehr verbreitet; so in der Gegend von Recklinghausen, Coesfeld, Ahaus, Südlohn, und eben so bei Haldem und Lemförde, östlich vom Teutoburger Walde.

b. Pläner. Nach Maassgabe seiner verschiedenen Beschaffenheit erscheint er als Plänermergel, als Plänerkalkstein oder als kalkiger Plänersandstein, entspricht aber doch im Allgemeinen der obigen Beschreibung. Nicht selten zeigt er eine transversale, die Schichten fast rechtwinkelig durchschneidende Zerklüftung, welche sich zuweilen in kleinen Intervallen so regelmässig wiederholt, dass ganze Schichtencomplexe in ein System von parallelen und fast verticalen Platten abgesondert erscheinen; was leicht zu Irrthümern in Betreff der Schichtenstellung verleiten kann. In den turonischen Kreideterritorien Sachsens, Böhmens, Schlesiens, der subhercynischen Gegenden und Westphalens spielt dieser Pläner eine äusserst wichtige Rolle; doch kommen auch ähnliche Gesteine schon in der Neocombildung mancher Länder vor. Die verschiedenen Varietäten des Pläners sind oft reich an Pyritknollen, welche bisweilen die Formen von Amorphozoën erkennen lassen, und häufig in Brauneisenerz umgewandelt sind. Als eine Merkwürdigkeit verdient es erwähnt zu werden, dass bei Chotzen in Böhmen innerhalb solcher Knollen gediegenes Eisen, als Product einer Zersetzung des Schwefeleisens, gefunden worden ist.

Aus den Analysen von Römer, Geinitz, List, Stöckhardt und v. der Mark ergiebt sich, dass der Gehalt an kohlensaurem Kalke in verschiedenen Varietäten des Pläners von 44 bis 86 Procent schwankt, während ausserdem besonders noch Kieselerde und Thon vorhanden sind, welcher letztere in den Plänerkalksteinen fast allein auftritt, wogegen in den Plänermergeln die erstere sehr vorwaltet. Die kieselreichen Varietäten sind auffallend härter, als diejenigen, welche nur Thon enthalten; auch scheint die Kieselerde mit dem kohlensauren Kalke oft sehr innig verbunden zu sein, als ob sie ihn in einem gallertartigen Zustande durchdrungen hätte.' Geinitz, das Quadersandsteingebirge in Deutschland, S. 46 f.

c. Flammenmergel. Mit diesem Namen bezeichnete Hausmann ein in der Kreideformation des nordwestlichen Teutschland sehr verbreitetes, dem Pläner nahe verwandtes Gestein, welches aber unter dem eigentlichen Pläner gelagert ist, in den es nach oben allmälig übergeht, während es durch seine Fossilien als das Aequivalent des oberen Gault charakterisirt wird. Es ist ein blaulich- oder

gelblichgrauer, von dunkleren, wellenförmig gebogenen Streifen oder Flammen durchzogener, im Bruche groberdiger, dünnschichtiger und selbst schieferiger, nicht selten mit Hornstein-Concretionen versehener Mergel, in welchem der Quarzsand und Thon gegen den Kalk sehr vorzuwalten scheinen. Dieses Gestein erreicht im nordwestlichen Teutschland bisweilen die bedeutende Mächtigkeit von 400 bis 700 Fuss, und bildet daselbst ein sehr wesentliches aber fossilarmes Glied der Kreideformation. In England soll der sogenannte *firestone* ein ganz ähnliches Gestein darstellen.

d. Glimmermergel. Im Bassin der Loire sind graulichweisse bis hellgraue, sandige und glimmerreiche, oft auch glaukonitische, im Bruche erdige, weiche Kreidemergel sehr verbreitet, welche von Dujardin wegen ihres constanten Glimmergehaltes mit dem Namen *craie micacée* belegt wurden. Dieser glimmerreiche Kreidemergel enthält oft cylindrische, verzweigte Wülste, bisweilen auch Concretionen von Hornstein oder Flint, erlangt stellenweise eine bedeutende Mächtigkeit (bei Mirebeau und Loudun gegen 240 F.), und liefert nach d'Archiac einen trefflichen Horizont im Gebiete der Loire.

Gleichwie rothe Sandsteine in der Kreideformation zu den seltenen Erscheinungen gehören, so gilt diess auch von roth gefärbten Mergeln. Man kennt dergleichen in dem Zuge der englischen Kreideformation, von Speeton in Yorkshire durch Lincolnshire bis nach Hunstanton und West-Newton in Norfolk, wo sie, nur einige Fuss mächtig, im Niveau des Gault liegen. Nach Sharpe kommen auch in der unteren (turonischen) Abtheilung der Kreideformation Portugals, zugleich mit rothen Sandsteinen, rothe Mergel nicht selten vor.

Nördlich vom Harze, zwischen der Elbe und Weser, tritt in einem bestimmten Niveau der Kreideformation eine Zone von rothem Pläner auf, welcher durch seine Farbe leicht erkennbar ein treffliches Mittel zur Orientirung darbietet. Nach Ville kommen bei Laghouat in Süd-Algerien, zwischen den gelben und rothen Sandsteinen der dortigen Kreideformation Einlagerungen von grünen und rothen, sehr lebhaft gefärbten Mergeln vor. *Bull. de la soc. géol.* [2] *t.* 13, *p.* 367.

2. Kalksteine. Die Kalksteine der Kreideformation, von welchen wir die eigentliche Kreide getrennt halten, schliessen sich, eben so wie diese letztere, in vielen ihrer Varietäten an die Mergel an, während es andere sehr dichte Varietäten giebt, welche als ziemlich reine, kryptokrystallinische Kalksteine zu betrachten sind.

Diese dichten Kalksteine erscheinen gewöhnlich hellfarbig, zumal weiss, grau, gelb oder roth, bisweilen bunt, selten schwarz, sind bald dünnschichtig, bald dickschichtig, enthalten mitunter Hornstein-Concretionen, und werden oftmals den dichten Kalksteinen der Juraformation so ähnlich, dass sie nur durch ihre Lagerung und ihre organischen Ueberreste als cretacische Kalksteine erkannt werden können. Während solche dichte Kalksteine in vielen Territorien der Kreideformation recht verbreitet sind, so gehören körnige und oolithische Kalksteine, Krinoiden- und Korallenkalksteine zu den selteneren Erscheinungen. An die oolithischen Kalksteine schliesst sich der sogenannte Pisolithenkalk der Umgegend von Paris an. Die nach ihren eigen-

thümlichen Fossilien benannten Rudisten- oder Hippuritenkalksteine endlich sind für die Kreideformation ganz besonders charakteristisch.

a. Dichte Kalksteine. Sie variiren hauptsächlich in ihrer Farbe, Structur und Schichtung. Weisse oder doch hellfarbige Varietäten sind in den Alpen, in Italien, überhaupt in Südeuropa nicht selten; dahin gehört z. B. der senonische Kalkstein bei Villard-de-Lans im Dép. der Isère, welcher in den Bergen der Chartreuse schon ein ganz kreideähnliches Ansehen gewinnt; ferner der Biancone, zum Theil auch die Majolica der Italiäner, ein weisser bis hellgrauer, zuweilen roth oder grün geaderter Kalkstein von muscheligem Bruche, welcher oft Nieren und Lagen von Flint umschliesst und, wie De Zigno gezeigt hat, die Neocombildung Nord-Italiens repräsentirt; eben so die hellgelben Kalksteine, welche im Kanton Neuchâtel die tiefsten, oder die gelblichgrauen, splitterigen und sehr festen Kalksteine, welche auf dem Plateau von Texas die oberen Schichten der ganzen Kreideformation bilden. Der bald hell- bald dunkelgraue, bisweilen auch rothe Sewerkalkstein ist es, welcher in den Schweizer Alpen, und weissliche oder röthliche, meist dünnschichtige, schülfrig zerwitternde (daher Scaglia genannte) Kalksteine sind es, welche in Italien das oberste Glied der Kreideformation repräsentiren; auch gehören wohl manche von jenen weissen, dichten Kalksteinen hierher, welche ihrer Farbe wegen von den Italiänern Alberese genannt worden sind. Die Pietra forte in Toscana ist ein röthlich- oder grünlichgrauer, etwas sandiger und ein wenig glimmeriger, dichter und harter Kalkstein, welcher wegen seiner Härte und Dauerhaftigkeit vielfach als Bau- und Pflasterstein benutzt wird. Die in der Lombardei sehr verbreiteten Inoceramus-Kalksteine sind nach Omboni meist roth gefärbt. — Dagegen ragen an der Montagne de Fizs in Savoyen schwarze, dichte, harte Kalksteine auf, dergleichen auch anderweit in den Alpen, in den Pyrenäen, in Algerien, in Venezuela und in den Anden als sehr gewöhnliche Gesteine der Kreideformation nachgewiesen worden sind.

b. Krystallinische oder deutlich körnige und späthige Kalksteine scheinen in der Kreideformation nicht häufig vorzukommen; zum Theil sind es Krinoidenkalksteine, wie z. B. der gelbliche, von Krinoidengliedern, Echinidenstacheln und Korallen strotzende Kalkstein, welcher nach Lory im Dép. der Isère die untere Etage des Gault constituirt. Besonders aber zeigen manche Rudisten-Kalksteine eine Neigung zu sehr krystallinischer Ausbildung, wie der Hippuriten-Kalkstein am Untersberge, und die gleichnamigen Kalksteine von Cognac, Royan, Augoulème und Périgueux in Südfrankreich, welche nach Dufrénoy zuweilen so körnig wie Urkalkstein sind. Bei Laghouat in Algerien spielen graulichweisse krystallinische Kalksteine eine wichtige Rolle in der unteren Etage der Kreideformation. Auch erscheinen die cretacischen Kalksteine der Pyrenäen im Contacte des Granites als krystallinisch-körniger Marmor.

c. Oolithische Kalksteine sind in der Kreideformation eben so selten, als sie in der Juraformation häufig vorkommen. Man kennt dergleichen z. B. in der Neocombildung der Krimm, wo sie nach Huot nicht selten sein sollen; bei Saint-Andéol im südöstlichen Frankreich, wo sie nach Dufrénoy ganz wie Jurakalk erscheinen, und viel als Baustein gebrochen werden; bei Noseroy im Dép. des Doubs; H. Rogers erwähnt sie auch aus dem Staate New-Jersey in Nordamerika.

d. Pisolithenkalk. Einigermaassen verwandt mit den oolithischen Kalksteinen ist jener eigenthümliche Kalkstein im Gebiete der nordfranzösischen Kreideformation, welchen Charles d'Orbigny wegen seiner Structur *calcaire pisolithique* genannt hat, und über dessen eigentliche Stellung, ob er nämlich noch cretacisch oder schon eocän sei, so viel gestritten worden ist. Es ist ein gelblicher oder weisser, aus rundlichen Concretionen bestehender, zelliger, bisweilen schon fast grob-

oolithischer oder auch dichter, harter Kalkstein, welcher mitunter Feuerstein-Nieren enthält, und ziemlich reich an Steinkernen von Fossilien ist, die zum Theil an tertiäre Formen erinnern, während sich doch auch noch viele ächt senonische Formen vorfinden. Dieser Kalkstein, welcher über der weissen schreibenden Kreide liegt, ist zuerst von Elie de Beaumont bei Bougival und Port-Marly (Seine) nachgewiesen und sehr richtig mit dem ähnlichen und eben so gelagerten Kalksteine von Laversine bei Beauvais (Oise), sowie mit der Maestrichter gelben Tuffkreide verglichen worden. Später hat man dasselbe Gestein auch bei Montereau (unweit Fontaineblau), wo es in vielen Steinbrüchen aufgeschlossen und bis 30 Fuss mächtig ist, bei Vigny und Mont-Aimé, wo es eine Mächtigkeit von 80 Fuss erlangt, und an vielen anderen Orten erkannt.

Die grossentheils eigenthümlichen Fossilien und die nicht selten discordante Auflagerung veranlassten Charles d'Orbigny, diesen Pisolithenkalk für tertiär zu erklären, welche Ansicht zwar hier und da beifällig aufgenommen, aber später durch die genauen paläontologischen Untersuchungen von Alcide d'Orbigny und Hébert widerlegt wurde, welchen zufolge es wohl entschieden sein dürfte, dass der Pisolithenkalk im Bassin von Paris die oberste Etage der dortigen Kreideformation und das vollkommene Aequivalent der Tuffkreide von Maestricht und des Kalksteins von Faxöe auf Seeland ist.

e. Korallenkalksteine. Sie gehören gleichfalls zu den seltenen Erscheinungen im Gebiete der Kreideformation. Ein ausgezeichnetes Beispiel liefert nach Forchhammer der so eben genannte Kalkstein von Faxöe, welcher dort 40 bis 100 Fuss mächtig über der weissen Kreide liegt, und als ein förmliches Korallenriff erscheint. Dubois de Montpereux erwähnt eine aus Korallen bestehende Schicht, welche 2 bis 20 Fuss mächtig überall als die oberste Schicht der Kreideformation in Ost-Galizien vorhanden ist. Karstens Archiv, Bd. 5, 1832, S. 405.

f. Rudistenkalksteine. So hat man diejenigen, zumal in Südfrankreich sehr verbreiteten Kalksteine genannt, welche dermaassen von Hippuriten, Caprotinen, Radioliten u. a. Fossilien aus der Familie der Rudisten (I, 847) erfüllt sind, dass sie gänzlich oder doch grösstentheils aus deren Schalen zu bestehen scheinen, und jedenfalls durch solche im hohen Grade ausgezeichnet werden. Wenn die Hippuriten sehr vorwalten, so nennt man sie Hippuritenkalksteine. Sie kommen besonders in der Cenoman- und Turonbildung des südlichen Europa vor, und bilden eine ausschliesslich der Kreideformation angehörige Gesteinsgruppe.

3. Kreide. Dieses so höchst charakteristische Gestein, nach welchem die ganze Formation benannt ist, wird zwar durch die Kreidemergel mit den Kalksteinen in Verbindung gebracht, unterscheidet sich aber doch von den eigentlichen Kalksteinen dadurch, dass es nicht sowohl aus krystallinischen Kalkspath-Individuen, sondern vielmehr aus ganz feinen, erdigen Molekülen von kohlensaurem Kalke besteht, welche sich bei sehr starker Vergrösserung theils als runde gekörnte Lamellen, theils als mehr oder weniger vollständige Ueberreste von Foraminiferen oder Polythalamien (I, 821) zu erkennen geben. Die Kreide ist daher ihrer hauptsächlichen Zusammensetzung nach als ein zoogenes Gestein zu betrachten (I, 390). Aber nicht nur die eigentliche Kreide, sondern auch die meisten Kreidemergel und manche andere cretacische Kalksteine sind mehr oder weniger mit Foraminiferen erfüllt, so dass diese Thierclasse für die Kreideformation überhaupt eine ganz ausserordentliche Wichtigkeit erlangt.

Diese merkwürdigen Resultate über die Zusammensetzung der Kreide verdankt die Wissenschaft zunächst den unermüdlichen Forschungen Ehrenbergs, welchem sich Alcide d'Orbigny, Bailey, Reuss u. a. Beobachter mit rühmlichem Eifer angeschlossen haben. Schon seit dem Jahre 1826 hatten d'Orbigny, Nilsson, Pusch u. A. einzelne, grössere Foraminiferen in der Kreide Frankreichs, Schonens und der Bukowina nachgewiesen, und eben so hatte Lonsdale im Jahre 1837 gezeigt, dass die weisse Kreide Englands so reichlich mit kleinen Bryozoën und Foraminiferen erfüllt ist, dass sich in einem Pfunde wohl an tausend Individuen annehmen lassen. Allein, dass auch die Grundmasse des Gesteins grossentheils aus Ueberresten mikroskopischer Foraminiferen zusammengesetzt ist, dass in manchen Kreide-Varietäten auf den Cubikzoll Gestein wenigstens eine Million, und folglich auf ein Pfund weit über zehn Millionen derselben zu rechnen sind, diess ist eine Entdeckung, über welche Ehrenberg zuerst im Jahre 1839 berichtete*).

Bei 300maliger Vergrösserung erkannte er nämlich, dass die Kreide nicht nur aus anorganischen gekörnten Scheiben und aus deren Fragmenten, sondern auch aus zahllosen Foraminiferenschalen besteht, welche erst dann sichtbar werden, wenn man das Gesteinspulver durch sogenannten canadischen Balsam mehr durchsichtig macht. Ausser diesen Foraminiferen entdeckte er auch Kieselpanzer von Infusorien, welche sowohl in der Kreide, als auch (und noch viel häufiger) im Feuersteine vorkommen, von welchem auch die Foraminiferen keinesweges ausgeschlossen sind. Ehrenberg wurde schon damals auf mehre Resultate geführt, von denen wir die folgenden hervorheben:

1. Viele und wahrscheinlich alle europäische Kreide ist hauptsächlich das Product mikroskopischer Foraminiferen, deren Schalen $^1/_{24}$ bis $^1/_{288}$ Linie im Durchmesser haben, und zu denen sich auch mehr oder weniger Kieselpanzer von Infusorien gesellen;
2. die südeuropäische Kreide ist reicher an wohlerhaltenen Foraminiferen, und dagegen ärmer an elliptischen Scheiben als die nordeuropäische;
3. die nordeuropäische Kreide enthält viele Feuersteine, aber keine Schichten von Infusorienmergel, während die südeuropäische Kreide dergleichen Mergel, aber keine Feuersteine umschliesst;
4. die gewöhnlichsten, in der Kreide von ganz Europa auftretenden Foraminiferen-Species sind: *Textularia globulosa*, *T. aciculata* und *Rotalia globulosa.*

Ueberhaupt aber betrug die Zahl der damals nachgewiesenen Formen 22 Species von Foraminiferen (in 7 Geschlechtern) und 40 Species von Infusorien (in 14 Geschlechtern). In dem bald darauf erschienenen Werke: Die Bildung der Europäischen, Libyschen und Arabischen Kreidefelsen und des Kreidemergels aus mikroskopischen Organismen (1839), gab Ehrenberg eine noch vollständigere, durch Beobachtungen über die Kreide Aegyptens und Arabiens erweiterte Darstellung seiner Forschungen und der daraus gezogenen Resultate, sowie eine tabellarische Uebersicht sämmtlicher, bis dahin in der Kreide und im Kreidemergel nachgewiesenen mikroskopischen Organismen, aus welcher sich ergiebt, dass unter den Foraminiferen *Planulina turgida*, *Rotalia globulosa*, *Textularia aspera*, *T. globulosa* und *T. striata* als die bei weitem vorwaltenden Formen zu betrachten sind, welche

*) Poggend. Annalen, Bd. 47, S. 502. Sorby wies auch für die gekörnten Scheiben einen organischen Ursprung nach; *Ann. and Mag. of nat. hist.* [2] *vol.* 8, *p.* 193 f.

das Meiste zur Bildung der Kreide beigetragen haben. — Ein Jahr später erschien Alcide d'Orbigny's classische Abhandlung über die Foraminiferen der weissen Kreide des Pariser Bassins (*Mém. de la soc. géol. V*, 1840), wie denn überhaupt die Naturgeschichte dieser Thierclasse durch d'Orbigny in ein ganz neues Stadium eingeführt worden ist. Während man bis dahin in der weissen Kreide von Paris nur 3 Species kennen gelernt hatte, so wies d'Orbigny 54 Species nach. Auf der von ihm gebrochenen Bahn fortschreitend gab uns Reuss vortreffliche Arbeiten über die Foraminiferen Böhmens, Galiziens und anderer Theile der österreichischen Monarchie. Bailey aber zeigte, dass auch der Kreidemergel des oberen Mississippithales mit mikroskopischen Foraminiferen ganz erfüllt ist. — Im Jahre 1854 erschien Ehrenbergs Mikrogeologie, in welchem Werke die Resultate aller seiner bis dahin ausgeführten Forschungen zusammengestellt sind.

Die gelblich- oder graulichweisse, weiche, abfärbende und schreibende Kreide ist es, welche sich von den gewöhnlichen, krystallinischen Kalksteinen am meisten unterscheidet, und zugleich durch das häufige Vorkommen von Flint oder Feuerstein auszeichnet. Doch giebt es auch härtere und dichtere Varietäten, welche sogar als Baustein benutzt worden sind; auch werden noch einige Gesteine unter dem Namen Kreide aufgeführt, welche sich an die eigentliche Kreide durch ihre erdige, krümelige und zerreibliche Beschaffenheit anschliessen; dahin gehören besonders die gelbe Kreide der Touraine, die sogenannte Tuffkreide von Maestricht, und die Korallenkreide oder der Liimsteen Dänemarks.

a. Weisse Schreibkreide. Die reinsten und weissesten Varietäten der Kreide pflegen diejenigen zu sein, in welchen sehr viel Flint oder Feuerstein vorkommt, welches Mineral überhaupt als eines der gewöhnlichsten Accessorien der Kreide zu betrachten ist. Diese feuersteinreiche Kreide liegt gewöhnlich nahe an der oberen Gränze der Senonbildung, welche oftmals mit ihr zu Ende geht, wie denn überhaupt die eigentliche weisse Kreide bisher nur im Gebiete dieser obersten Abtheilung der ganzen Kreideformation nachgewiesen worden ist*). Nach unten pflegen die Feuersteine seltener zu werden, und endlich ganz zu verschwinden, weshalb man auch, namentlich in England, von unten nach oben flintleere, flintarme und flintreiche Kreide zu unterscheiden pflegt.

Der Feuerstein erscheint gewöhnlich in Knollen von verschiedener Form und Grösse, welche, ohne sich gegenseitig zu berühren, lagenweise und sehr regelmässig in verschiedenen Niveaus geordnet sind, wodurch zugleich die verschiedenen Schichten der Kreide bezeichnet werden, die nur selten durch wirkliche Schichtungsfugen von einander abgesondert sind. Nicht selten finden sich aber auch stetig fortsetzende Lagen und Schichten von Feuerstein; ja bisweilen sind sogar gangförmige Platten oder quer durch die Schichten hindurchsetzende Knollen-Reihen von Feuerstein beobachtet worden.

Ausser dem Feuerstein sind besonders noch Kalkspath und Eisenkies zu

---

*) Obgleich zuweilen auch tiefer sehr kreideähnliche Gesteine vorkommen, wie z. B. bei Orgon und Martigues, im Gebiete der Neocombildung des südöstlichen Frankreich, und in den Départements der Aube und Yonne, im Gebiete turonischer Etagen.

erwähnen; der erstere bildet theils Trümer oder Nester*), theils liefert er das Material von Versteinerungen, zumal von Echiniden-Schalen und -Stacheln, sowie als Faserkalk von Inoceramus-Schalen; der Eisenkies erscheint in der Form von Kugeln und Knollen mit drusiger Oberfläche und radialstängeliger Textur; nicht selten sind diese Kiesmassen in Eisenoxydhydrat umgewandelt. Auch Cölestin ist hier und da in der Kreide vorgekommen.

Die Schichtung der weissen Kreide wird, wie bereits erwähnt, in der Regel durch Lagen von isolirten Feuersteinknollen ausgedrückt, welche in regelmässigen Abständen von 1 bis 10 Fuss und darüber wie grobe Perlenschnuren von schwarzen Steinen in dem weissen Grunde hervortreten. Gewöhnlich erscheinen diese Flintknollenlagen schnurgerade und fast horizontal; wo aber die Kreide Aufrichtungen und sonstige Dislocationen ihrer ursprünglichen Lagerung erlitten hat, da giebt sich diess auch in der Lage und Form der Flintknollenlagen auf eine höchst auffallende Weise zu erkennen.

Bekannt in dieser Hinsicht ist die Zone der Kreideformation, welche die Insel Wight von Osten nach Westen durchzieht, und in welcher die Schichten der weissen Kreide bis zu 60 und 90° aufgerichtet sind. Ganz ausserordentlich aber sind die Windungen und Verstürzungen der Kreideschichten auf der Insel Möen, von welchen früher Forchhammer und späterhin Puggaard treffliche Schilderungen gegeben haben. Während am Stevensklint auf Seeland Alles horizontal liegt, so sind am Möensklint die Schichten nach den verschiedensten Richtungen bisweilen auf die bizarreste Weise gebogen, und dermaassen unter allen möglichen Winkeln gegen einander geneigt, dass das ganze Schichtensystem wie zerbrochen und in colossalen Fragmenten durch einander geworfen erscheint, welche oft durch dazwischen eingeklemmte Massen von Thon, Sand und Geröll getrennt werden. Vergl. Forchhammer, *Danmarks Geognostiske Forhold,* 1835, S. 67 ff.

Verticale oder doch steile Risse, Klüfte und Spalten durchsetzen die weisse Kreide nicht selten in grosser Ausdehnung, und zerschneiden ihre Massen zu pfeilerförmigen und thurmförmigen Gestalten. Auch Erdfälle und geologische Orgeln (I, 352 und 355) sind mehrorts in der weissen Kreide bekannt.

Die weisse Kreide ist bald reich bald arm an organischen Ueberresten, und stellt überhaupt ein höchst einförmiges Gestein dar, welches aber da, wo es in grosser Mächtigkeit entblösst oder von der Brandung des Meeres unterwühlt und benagt wurde, in schroffen Felswänden und oft seltsam gestalteten Klippen aufragt.

So steht die weisse Kreide auf Rügen bei Stubbenkammer in 400 Fuss hohen Felswänden an; so steigt sie auf der Insel Möen und am Stevensklint auf Seeland in schroffen Felsen über den Meeresspiegel empor; so findet sie sich bei Dover in England und an der Küste zwischen Brighton und Beachy-Head in den schönsten Profilen entblösst; und eben so bildet sie in Frankreich, im Thale der Seine bei Andelys und Elboeuf, steile, mauerähnliche Gehänge und höchst abenteuerliche Felsen, wie z. B. die wollsackähnliche tête d'homme, die thurmähnlichen Gestalten bei Senneville, die Roche de Pignon u. a. Formen; ähnliche Formen wiederholen sich an den Küsten der Normandie und im Kreidegebiete am Donetz in Südrussland,

*) Bei Warminster haben sich sehr grosse Nester von Kalkspath gefunden.

wo bei dem Kloster Sviatagora, unterhalb Isium, Nadeln, Säulen und andere groteske Felsgebilde aufragen.

Uebrigens bildet die Kreide bald einen ziemlich fruchtbaren, bald einen sehr sterilen Boden; das Erstere ist z. B. in vielen Gegenden Englands (wie bei Brighton), das Andere in der Champagne der Fall, wo man grosse Landstrecken nicht nur ohne alle Cultur, sondern sogar ohne alle Vegetation findet. Merkwürdig ist es, dass gewisse Regionen der weissen Kreide des Pariser Bassins eine grosse Disposition zur Salpeterbildung zeigen.

Es ist diess die Gegend von la Roche Guyon und Mousseau im Dép. der Seine und Oise, wo sich an der Oberfläche der Kreidefelsen Efflorescenzen von salpetersauren Salzen bilden, welche man abkratzt, worauf sich nach einiger Zeit die Bildung wiederholt u. s. w.; sie erfolgt besonders an den nach Süd gekehrten Wänden, zumal bei heisser und zugleich feuchter Witterung. Auf diese Weise werden alljährlich an 7000 Kilogramm Salpeter gewonnen. *Gaultier de Claubry* in *Ann. de chim. et de phys. t.* 52, 1833, *p.* 24 f.

b. Graue Kreide. Sie unterscheidet sich von der normalen Kreide durch grössere Härte, hellgraue Farbe und durch den Mangel an Flintknollen, welche nur bisweilen durch Hornstein-Concretionen ersetzt werden. Nach unten geht sie oft ganz allmälig in Kreidemergel über.

Nicht selten enthält sie viele dunkler gefärbte, undulirte und bald auskeilende Lagen, welche an die ähnlichen Formen des sogenannten Flammenmergels (S. 981) erinnern und zuweilen in förmliche Sandsteinlagen übergehen, welche an den steilen Felswänden wie Breter hervorragen. Eisenkies kommt theils in Knollen, theils in isolirten Krystallen vor.

c. Gelbe Kreide der Touraine. Im Département der Indre und Loire, oder in der Touraine, ist ein Gestein sehr verbreitet, welches d'Archiac unter dem Namen *craie jaune* aufführt, obwohl es vielleicht eigentlich zu den Kreidemergeln gehört. Dasselbe ist hellgelb, weich und erdig, oft zerreiblich, überlagert die dortigen Glimmermergel (S. 982) in einer Mächtigkeit von 60 bis 150 Fuss, und wird aus der Gegend von Amboise bis nach Candes von der Loire durchschnitten.

Da diese gelbe Kreide sehr leicht zu bearbeiten ist, so wird sie in vielen und zum Theil sehr bedeutenden Steinbrüchen gewonnen; auch sind in ihr an beiden Ufern der Loire und in anderen Thälern Keller und zahlreiche, oft stattliche Wohnungen ausgehauen worden, so dass die Touraine, dieser Garten von Frankreich, von vielen modernen Troglodyten bewohnt wird. Dieser gelben Kreide der Touraine scheinen die gelblichweissen, porösen, leichten und sehr weichen Kreidemergel von Lemförde und Haldem in Westphalen, sowie die ganz ähnlichen Gesteine von Nagorzany bei Lemberg sehr nahe zu stehen. Kner, welcher die auffallende petrographische und paläontologische Aehnlichkeit dieser Gesteine mit jenen von Lemförde hervorhob, bemerkte, dass sie in Galizien sehr verbreitet und über 60 Klafter mächtig sind. Naturw. Abhandl., herausgegeben von Haidinger, B. III, 1850, S. 1 f.

d. Tuffkreide von Maestricht. In der Gegend von Maestricht wird die weisse Kreide von einer merkwürdigen Bildung überlagert, deren Gestein und deren sehr zahlreiche und wohlerhaltene Fossilien schon lange die Aufmerksam-

keit erregt haben. Es ist ein gelblichweisser, isabellgelber bis ockergelber, weicher und meist zerreiblicher Kalkstein von erdiger und krümeliger Textur*), welcher grösstentheils aus feinem Schutte von Korallen, Bryozoën, Foraminiferen, Echiniden und Conchylien entstanden zu sein scheint, und sich in einzelnen Schichten ganz deutlich als ein bloses Aggregat von dergleichen organischen Ueberresten zu erkennen giebt. Dieses Gestein, welches Omalius d'Halloy *craie tuffeau* nannte, enthält, eben so wie die Kreide, Lagen von Flintknollen, welche nach unten in kleineren, nach oben in grösseren Abständen über einander liegen, aber nicht aus schwarzem, sondern aus hellfarbigem Feuersteine bestehen. Die Mächtigkeit der ganzen Ablagerung beträgt etwa 90 Fuss.

Im Petersberge bei Maestricht und bei Falkenberg ist diese Tuffkreide, welche sich bei ihrer grossen Weichheit mit der Säge bearbeiten lässt, durch grossartige unterirdische Steinbrüche aufgeschlossen, welche schon seit vielen Jahrhunderten betrieben werden, und zu den Merkwürdigkeiten der dortigen Gegend gehören. Da sich unter ihren zahlreichen Fossilien noch viele ächt senonische Formen finden, und da sie nach unten in die weisse Kreide übergeht, so ist diese berühmte Maestrichter Bildung als das oberste Glied der Kreideformation zu betrachten. Nach Caumont und Desnoyers kommen ähnliche Gesteine bei Valogne (la Manche) vor.

e. Korallenkreide oder Liimsteen. Der sogenannte Liimsteen Dänemarks, welchen Forchhammer lieber Korallenkreide nennen möchte, besteht aus unzähligen kleinen Korallenfragmenten, die durch Kreidemasse zu einem lockeren Gesteine von psammitischer Structur verbunden sind. Er ist ein in Dänemark ziemlich verbreitetes Gestein, welches sich, als das letzte Glied der dortigen Kreideformation, von Stevensklint durch Seeland, Fünen und Jütland bis an die Küste nördlich vom Liimfjord verfolgen lässt, ohne in dieser ganzen, 40 Meilen langen Strecke weder seine Beschaffenheit noch seine Lagerungsverhältnisse zu ändern. Wie in der normalen Kreide, so kommt auch in dieser Korallenkreide Feuerstein z. Th. in stetigen Lagen vor, welcher jedoch nicht schwarz, sondern grau oder gelb ist.

Aeusserst merkwürdig sind die Structur-Verhältnisse dieses Liimsteens. Er ist nämlich nicht regelmässig geschichtet, sondern besteht aus lauter kleinen Systemen von schmalen Schichten, welche wellenförmig gebogen sind, sehr verschiedene Neigungswinkel haben, sich gegenseitig abschneiden oder zwischen einander auskeilen, daher einander discordant bedecken, und nach allen Richtungen in einander eingreifen. Forchhammer in *Danmarks Geognostiske Forhold*, S. 81 f. und Poggend. Annalen, Bd. 58, S. 613.

So entsteht denn im Grossen eine ganz eigenthümliche discordante Parallelstructur (I, S. 448), die vollkommen mit derjenigen übereinzustimmen scheint, welche von Nelson von den Bahama-Inseln beschrieben worden ist, wo die auf der Oberfläche der Korallenriffe über dem Meeresspiegel, aus zusammengewehtem

*) Diese sandartig lockere Beschaffenheit veranlasste wohl auch Faujas-Saint-Fond in seinem Werke: *Histoire naturelle de la montagne de Saint-Pierre de Maestricht*, das Gestein als einen *grès quartzeux faiblement lié par un gluten calcaire* zu bestimmen. De Luc hat wohl zuerst auf seine Analogie mit der Kreide hingewiesen, und Omalius d'Halloy seine wahren Verhältnisse aufgefasst.

Korallen- und Conchylienschutte gebildeten Gesteine, welche er, als Gebilde des Windes, *aeolian rocks* nennen möchte, genau dieselbe Structur zeigen, die uns Forchhammer vom Liimsteen kennen gelehrt hat. *Quarterly Journ. of the geol. soc. IX, p.* 206.

§. 425. *Glaukonit, Flint, Dolomit, Gyps, Steinsalz, Kalkphosphat, Kohlen und Erze.*

Wir haben uns nun noch mit denjenigen Materialien der Kreideformation zu beschäftigen, welche einestheils zu den untergeordneten, obwohl sehr gewöhnlichen, anderntheils zu den seltneren und zum Theil sogar noch etwas problematischen Vorkommnissen gehören.

Als ein paar sehr häufige accessorische Mineralien im Gebiete der Kreideformation geben sich besonders Glaukonit, und Flint oder Feuerstein zu erkennen, weshalb auch dieselben bereits mehrfach zur Erwähnung gekommen sind. Als mehr oder weniger seltene, nur hier und da beobachtete Materialien sind dagegen Dolomit, Gyps, Steinsalz, Kalkphosphat, Kohlen, Asphalt, verschiedene Eisenerze und Zinkerze zu betrachten, von denen wenigstens das Steinsalz noch nicht einmal ganz sicher als ein wirkliches untergeordnetes Glied der Kreideformation erwiesen zu sein scheint.

1. Glaukonitsand. Wir beginnen mit dem Glaukonit, weil er in so vielen psammitischen, pelitischen und kalkigen Gesteinen der Formation als accessorischer Bestandtheil auftritt, wenn auch seine selbständigen Ablagerungen gewöhnlich keine bedeutende Mächtigkeit erlangen. Dennoch kennt man recht ausgedehnte und ziemlich mächtige Schichten, welche so vorwaltend aus Glaukonit bestehen, dass man ihr Gestein geradezu als Glaukonitsand oder Glaukonitmergel bezeichnen muss*). Sie sind durch dunkelgrüne Farben ausgezeichnet, und lassen unter der Loupe die kleinen, schiesspulverähnlichen Glaukonitkörner als ihre hauptsächlichen Bestandtheile erkennen, zu welchen sich noch Quarzsand oder auch etwas kohlensaurer Kalk gesellt. Es sind immer weiche, leicht zerwitternde, ja oft zerreibliche oder ganz lose Gesteine.

Ehrenberg hat gezeigt, dass die Glaukonitkörner sehr häufig die Formen der Steinkerne von Foraminiferen-Schalen besitzen, und dass also dieselben kleinen Thiere, deren Schalen in den Mergeln und Kalksteinen der Kreideformation millionenweise auftreten, auch bei der Bildung dieses Grünsandes mit im Spiele gewesen sind, indem ihre Schalen von der Glaukonitsubstanz ausgefüllt und später aufgelöst wurden, wodurch eben jene Steinkerne entstanden. Man kann sich schon unter der Loupe von der Richtigkeit dieser interessanten Entdeckung überzeugen.

---

*) Es scheint zweckmässig, diese aus dem Worte Glaukonit durch Apposition gebildeten Namen für die vorwaltend aus Glaukonit bestehenden Gesteine zu gebrauchen, diejenigen Gesteine aber, in welchen der Glaukonit nur untergeordnet, als accessorischer Gemengtheil auftritt, durch die adjectiven Prädicate glaukonitisch oder glaukonithaltig zu bezeichnen. Natürlich können die Glaukonitsande in glaukonitische Sande übergehen.

während das Mikroskop die Sache noch weit bestimmter erkennen lässt. Die Erscheinung wiederholt sich übrigens in den Glaukoniten sehr verschiedener Formationen. Ehrenberg, Ueber den Grünsand und seine Erläuterung des organischen Lebens, Berlin, 1856. Bailey hat nicht nur Ehrenbergs Resultate für viele glaukonithaltige Gesteine Nordamerikas bestätigt, sondern auch gezeigt, dass sich auf dem Grunde des Golfstroms und des mexicanischen Meerbusens noch jetzt dergleichen aus Glaukonit bestehende Steinkerne von Foraminiferen und anderen kleinen Organismen bilden. *The Annals and Mag. of nat. hist.* [2], *vol.* 18, 1856, *p.* 425 ff.

Der Glaukonit, ein der Grünerde sehr ähnliches Mineral*), ist wesentlich ein wasserhaltiges Silicat von Eisenoxydul und Kali, dessen Kaligehalt gewöhnlich zwischen 5 und 15 p. C. schwankt, bisweilen aber auch auf 0 herabsinkt, wie die Analysen von Berthier, Seybert, Turner, Dana, Fisher, v. der Marck, besonders aber die zahlreichen Analysen von H. Rogers (im *Report of the geol. survey of the state of New-Jersey, Philadelphia* 1836), sowie die Untersuchungen von Geinitz gelehrt haben, welche in seiner gekrönten Preisschrift vom Jahre 1850 (das Quadergebirge oder die Kreideformation in Sachsen) mitgetheilt worden sind.

Dieses Mineral bildet im Staate New-Jersey den vorwaltenden (50 bis 90 p. C. betragenden) Bestandtheil einer gegen 30 Fuss mächtigen und weit erstreckten Ablagerung von Glaukonitsand oder Glaukonitmergel, welcher als mineralisches Düngmittel eine äusserst wichtige Benutzung gewährt. Die unfruchtbarsten Sandflächen sind durch diesen Glaukonitsand in reiche Kornfelder verwandelt worden; 20 Fuder desselben leisten so viel als 200 Fuder Stalldünger; mit 10 Fuhren auf den Acker sind ganz erstaunliche, und selbst mit 20 Bushel noch sehr befriedigende Resultate erlangt worden; auch lehrt die Erfahrung, dass einmal gemergeltes Land 10 bis 12 Jahre lang fruchtbar bleibt. Rogers vermuthet, dass der Kaligehalt des Glaukonits als das eigentlich wirksame Ingrediens zu betrachten sei. — Aehnliche, jedoch an ihrem Ausstriche nur wenige Fuss mächtige Schichten finden sich unmittelbar in der Auflagerung der westphälischen Kreideformation, bei Werl, Wamel u. a. Orten, von wo sie zuerst durch Becks bekannt geworden sind. Bei Troyes (Aube) kommt nach Leymerie an der Basis des Gault ein Glaukonitsand vor, der so grün ist, wie gekochter Spinat. Ueberhaupt ist es eine in mehren Territorien bestätigte Erfahrung, dass die ersten Schichten der Kreideformation, oder auch dass die tiefsten oder die höchsten Schichten gewisser ihrer Etagen vorzüglich reich an Glaukonit sind, weshalb denn die Glaukonitsande besonders an der Auflagerung der cretacischen Formation, oder auch an den Wechseln gewisser ihrer Formationsglieder aufzusuchen sein werden, dafern sie auch anderwärts durch hinreichenden Kaligehalt zur agronomischen Benutzung geeignet sein sollten.

2. Flint oder Feuerstein. Die Hornstein-Nieren, welche sich fast in allen Etagen der Kreideformation, bald in den Sandsteinen, bald in den Mer-

*) Dagegen ist die Aehnlichkeit mit Chlorit eine sehr geringe, und das Mineral durchaus nicht mit dem Chlorit zu identificiren, weshalb denn auch solche Namen wie *craie chloritée*, *sable chloritée*, chloritische Kreide und dergleichen mehr, zu unterdrücken sein möchten. Dass übrigens die Aehnlichkeit mit der Grünerde, welche allerdings oft als ein Zersetzungsproduct des Augites erkannt worden ist, keinesweges zu der seltsamen Folgerung berechtigt, dass der Glaukonit gleichfalls als ein solches Product zu betrachten sei, dagegen hat sich Ehrenberg mit Recht ausgesprochen. Der Glaukonit ist ein amorphes, porodines Mineral, welches jedenfalls ursprünglich aus seinen Elementen auf dem Meeresgrunde gebildet wurde.

geln und Kalksteinen vorfinden, gehen schon häufig in förmlichen Feuerstein über; seine vollkommenste und üppigste Entwickelung hat jedoch dieses amorphe Kieselmineral in der eigentlichen Kreide (also in der Senonbildung) erlangt, innerhalb welcher dasselbe besonders in fünf verschiedenen Formen auftritt: nämlich als förmlicher Bestandtheil derselben; als Versteinerungs-Material; in isolirten, aber doch meist lagenweise geordneten, und nur selten regellos zerstreuten Knollen; in stetig ausgedehnten Lagen und Schichten, und endlich in gangartigen Gebilden, welche letztere zu den selteneren, aber besonders merkwürdigen Vorkommnissen gehören. Da nun der eigentliche Flint in keiner Formation eine grössere Wichtigkeit erlangt, und da die Häufigkeit seines Vorkommens innerhalb der Kreide als eine sehr hervorstechende Eigenthümlichkeit dieses ausgezeichneten Gliedes der Kreideformation anzuerkennen ist, so dürfte eine etwas genauere Betrachtung der eben aufgeführten verschiedenen Formen seines Vorkommens nicht am unrechten Orte sein.

a. Flint als Bestandtheil der Kreide. Dieses Vorkommen ist nicht gerade sehr häufig, erlangt aber einige Wichtigkeit für die Erklärung der übrigen Flintgebilde. Gumprecht bemerkte, dass gewisse Varietäten der Kreide, welche keine Knollen von Flint enthalten, mit zahlreichen sehr kleinen, oft mikroskopischen Flintkörnern erfüllt sind. So z. B. die gelblichweisse Kreide, welche östlich und südöstlich von der Stadt Wollin in Pommern an mehren Punkten bekannt ist. Auf der Insel Usedom enthält die Kreide zahllose kleine Körner von schwarzem Flint. Ganz ähnlich verhält sich der gelbliche Kreidemergel von Lemförde bei Osnabrück und von Osterfeld bei Essen. Karstens Archiv, B. 20, 1846, S. 400 f. Bei genauerer Untersuchung dürfte auch in den Kreidegesteinen anderer Gegenden dieselbe Erscheinung nachzuweisen sein, welche wohl den Beweis dafür liefert, dass der Kreideschlamm ursprünglich ganz gleichmässig mit aufgelöster Kieselerde imprägnirt gewesen ist.

b. Flint als Versteinerungs-Material kommt ausserordentlich häufig vor; namentlich sind die Amorphozoën der Kreide oftmals durch Feuerstein petrificirt, und die Echinidenschalen mit ihm ausgefüllt worden, weshalb denn die so gebildeten, fast unverwüstlichen Steinkerne von Echiniden zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen gehören, und auch in zahlloser Menge in die Diluvialschichten Nordteutschlands gelangt sind. Von riesigen Amorphozoën stammen auch jedenfalls jene merkwürdigen, cylindrischen oder birnförmigen, 1 bis 3 Fuss langen und bis 1 Fuss dicken, längs ihrer Axe von einer centralen Höhlung durchsetzten Flintknollen, welche zuerst Buckland aus der Gegend von Moira und Belfast in Irland, unter dem dort gebräuchlichen Namen Paramoudra beschrieb. *Trans. of the geol. soc. vol. IV, p.* 413. Schon Buckland erwähnte, dass sie auch in England bei Horstead unweit Norwich vorkommen, und Taylor erkannte, dass sie daselbst mit ihrer Längsaxe immer rechtwinklig auf den Schichten der Kreide stehen. *Ibid.* 2. *series, vol. I, p.* 377. In Lyell's *Manual of elementary geology* (*p.* 215 wird dieses letztere Vorkommen noch genauer beschrieben und durch eine Zeichnung veranschaulicht, aus welcher sich ergiebt, dass diese dort so genannten *Potstones*, in senkrechten Reihen über einander geordnet, quer durch die Schichten der Kreide hindurch gehen, gleichsam wie Säulen, welche dergestalt aus ihnen zusammengesetzt sind, dass das untere Ende des einen Potstone's an das obere Ende des vorausgehenden gränzt.

c. Die Feuersteinknollen sind in der weissen Kreide schwarz oder dunkelgrau im Innern, jedoch mit einer weissen, matten, erdigen Rinde versehen, die

zuweilen bis $^1/_2$ Zoll dick ist, und ebenfalls aus Kieselerde besteht; in der grauen und mergeligen Kreide pflegen die Feuersteine mehr hellfarbig, grau und gelb zu sein, wie z. B. diejenigen, welche in der berühmten Flintensteinfabrik zu Saint-Agnan verarbeitet wurden. Gewöhnlich sind sie von der umgebenden Kreide scharf abgesondert, bisweilen verfliessen sie in selbige. Ihre knolligen Formen sind äusserst manchfaltig und oft sehr bizarr, zuweilen mehr cylindrisch, oder wie gestielt u. s. w. Nicht selten umschliessen sie einen Spongiten, oder sie haben die Gestalt solcher Amorphozoën, deren Structur auch oft noch zu erkennen ist, daher wohl manchen ein dergleichen organischer Körper zu Grunde liegen mag, wie diess Buckland besonders von den regellos vertheilten (nicht lagenweise geordneten) Knollen vermuthet. — Bisweilen enthalten die Flintknollen etwas Kalkspath, oder Cölestin, selten Eisenkies, ganz gewöhnlich aber verkieselte organische Körper, zumal Bryozoën, Foraminiferen, Diatomeen und Fragmente oder Abfälle von Amorphozoën, unter denen namentlich die *Spicula* von Spongien erwähnt werden. — Wo die Schichten der flintreichen Kreide aufgerichtet stehen, da sind zuweilen, wie auf Wight und Purbeck, alle Feuersteinknollen zerbrochen und zermalmt worden, was offenbar geschehen sein muss, als die Masse der Kreide noch plastisch war, weil solche zwischen die einzelnen Bruchstücke und Splitter eingedrungen ist. Dagegen erscheinen nach Forchhammer auf der Insel Möen, trotz der gewaltsamen Biegungen und Dislocationen der Schichten, die Flintknollen nur äusserst selten zerbrochen. — Die lagenweise geordneten Flintknollen liegen gewöhnlich isolirt, in grösseren oder kleineren Abständen neben einander, ohne sich gegenseitig zu berühren. Bisweilen aber kommen sie gegenseitig in Berührung und verfliessen seitwärts in einander, so dass sie zusammenhängende, sehr undulirte und vielfach durchbrochene Lagen bilden, wodurch ein Uebergang in die nächstfolgende Form vermittelt wird.

d. Lagen und Schichten von Feuerstein bilden eine dritte und minder häufige Form seines Vorkommens; doch kennt man sie fast in allen Gegenden, wo die weisse Kreide vorhanden ist. So bei Meudon unweit Paris, wo sie 4 bis 7 Centimeter stark sind; an der englischen Küste liegen in der Margarets-Bay zwei Lagen über einander, von denen die oberste zwar nur anderthalb Zoll dick ist, aber zwei englische Meilen weit fortsetzt; weiterhin gegen Dover sieht man mehre, z. Th. über fussmächtige Flintlager, und in der Citadelle von Dover sind mehre Kasematten dergestalt in der Kreide ausgebauen, dass sie ein ununterbrochenes Feuersteinlager zur Decke haben. — In Dänemark kommen besonders viele Flintschichten auf der Insel Mors und in Thye, in der sogenannten bleichen Kreide (*Blegekridt*) vor, welche dort über dem Faxöekalk liegt; diese Schichten sind gelb oder grau, chalcedonähnlich, selten über 8 Zoll stark, aber so zahlreich, dass sie fast mit der Kreide wechsellagern. Forchhammer, *Danmarks Geognostiske Forhold, p.* 80. — Bei Lebbin auf der Insel Wollin enthält die Kreide nach Gumprecht mehre bis $^3/_4$ Fuss mächtige und weit fortsetzende Lagen von Feuerstein. — Eine merkwürdige Feuersteinbildung erwähnt Schneider aus Podolien, wo über dem Grünsande eine 20 bis 80 Fuss mächtige Ablagerung ausgebreitet ist, welche aus mehr oder minder scharfkantigen Feuersteinblöcken besteht, die theils dicht in einander gefügt, theils durch gelblichen oder weissen Thon abgesondert sind. Karstens Archiv, Bd. 7, 1834, S. 311. Auch v. Blöde beschreibt aus dem Ternawathale in Podolien Feuerstein-Ablagerungen von 6 bis 10 Fuss Mächtigkeit, deren Gestein oft als ein regelloses Aggregat von Flint, Schwimmstein und Opal erscheint. Neues Jahrbuch für Min. 1841, S. 517.

e. Gangähnliche Flintbildungen. Sie gehören zu den besonders merkwürdigen Vorkommnissen, und erscheinen theils als stetig ausgedehnte Platten oder Parallelmassen, theils als blose Knollenlagen, welche jedoch den Schichten

nicht parallel sind, sondern selbige unter bedeutenden Winkeln durchschneiden. In England kennt man sehr ausgezeichnete Beispiele; so z. B. östlich von Henley, wo an einer Felswand sechs schmale Flintgänge die mit Flintknollenlagen erfüllte Kreide in verschiedenen Richtungen durchziehen; und bei Rottingdean unweit Brighton, wo gangartige Knollenlagen auf ähnliche Weise vorkommen. Buckland in *Trans. of the geol. soc. IV, p.* 417. Ueberhaupt kommen nach Mantell an der Küste zwischen Brighton und Beachy-Head viele gangförmige Flintmassen vor; bei Piddinghoe setzen zahlreiche Flintplatten wie Gänge theils senkrecht, theils schräg durch die Kreide, sie sind aber nach allen Richtungen zerbrochen und zersplittert, und ihre Fragmente durch Eisenkies verkittet. Im Steinbruch von Preston sind gleichfalls mehre verticale Klüfte mit Feuerstein ausgefüllt. *The Geology of the South-East of England, p.* 80 ff. — Auch in Dänemark sind ähnliche Erscheinungen bekannt, und bei Hjerm in Jütland werden die in der bleichen Kreide über einander liegenden horizontalen Feuersteinlager zuweilen durch senkrechte, gangähnliche Feuersteinplatten in Verbindung gebracht.

Ueber die Bildungsweise aller dieser Feuersteine sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden. Die Kreide selbst ist wohl ursprünglich als ein feiner, hauptsächlich von organischen Körpern gelieferter Kalkschlamm auf dem Meeresgrunde abgesetzt worden, wo er sich allmälig consolidirte; zugleich muss aber auch Kieselerde abgesetzt worden sein, von welcher man annehmen kann, dass sie entweder im aufgelösten Zustande gleichmässig den Kreideschlamm durchdrungen, und sich erst später zu einzelnen Knollen concentrirt habe, oder auch, dass sie periodisch als Kieselgallert auf dem Meeresgrunde zum Niederschlage gelangte, während gleichzeitig der Absatz des Kalkschlammes unterbrochen war. Wahrscheinlich mögen beide Vehältnisse Statt gefunden haben, obwohl das letztere als das bei weitem vorwaltende zu betrachten sein dürfte, durch welches die meisten (und namentlich die lagenweise geordneten) Knollen, die Schichten und die gangartigen Gebilde von Feuerstein gebildet wurden. Was die Knollen insbesondere betrifft, so wurden solche schon von Parkinson, Guettard und anderen älteren Beobachtern grossentheils für verkieselte Spongien, Alcyonien, überhaupt für Amorphozoën erklärt, welche die Kieselerde zum Niederschlage disponirt hätten. Diese Ansicht ist später von Bowerbank und Ansted durch mikroskopische Beobachtungen über die Textur und die Einschlüsse vieler Feuersteinknollen unterstützt worden, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass ein grosser Theil dieser Knollen durchaus organischen Ursprungs ist, wie sowohl ihre äussere Form, als auch ihre Textur beweist. Dass jedoch nicht alle Knollen und noch viel weniger die Flintlagen so gedeutet werden können, diess ist insbesondere von Toulmin Smith gegen Bowerbank geltend gemacht worden; obwohl auch er der Ansicht ist, dass sich die Knollen gewöhnlich um organische Körper gebildet haben, welche als Anziehungspunkte für die Kieselerde dienten, und solche zum Niederschlage veranlassten, wobei sie selbst verkieselt wurden, während sich der Absatz von Kieselerde weit über sie hinaus fortsetzte. Dabei stellt er jedoch einen gallertartigen Urzustand des Flint in Abrede, und meint, die Flintmasse sei ursprünglich höchst flüssig gewesen und sehr rasch, ja fast plötzlich erstarrt (?!). Bowerbank, in *Trans. of the geol. soc. 2. series, VI, p.* 181 ff.; Mantell, in *The Annals and Mag of nat. hist. vol.* 16, 1845, *p.* 73 ff.; Ansted, *ibidem, vol.* 13, 1844, *p.* 241. Toulmin Smith, *ibidem, vol.* 19, 1847, *p.* 1 ff. und *p.* 289 ff., dazwischen Gegenbemerkungen von Bowerbank, p. 249 f.; endlich Bensbach, im Neuen Jahrb. für Min. 1847, S. 769 f. — Ueber die älteren Ansichten in Betreff der Flintbildung von Hacquet, und über die von Ehrenberg, sowie von Gustav Bischof ist des Letzteren Lehrb. der chem. Geol. II, S. 1254 ff. nachzusehen. Dass die Knollen als Concretionen, durch die nach einzelnen Mittelpunkten der Anziehung erfolgte

Vereinigung der in dem Kreideschlamme diffundirt gewesenen Kieselerde entstanden sind, diess ist auch die Ansicht von Gaudry. Neues Jahrb. für Min. 1854, S. 208.

3. Dolomit. Ein seltenes Gestein im Gebiete der Kreideformation, von welchem zeither nur aus wenigen Ländern berichtet worden ist. Die bedeutendsten Vorkommnisse dürften bis jetzt in Algerien und in der Türkei nachgewiesen worden sein.

Elie de Beaumont entdeckte im Jahre 1831 eine Dolomitmasse in der oberen Kreide bei Beyne unweit Grignon; sie bildet eine sanft kuppelförmige Anschwellung, an deren Ränder sich die tertiären Schichten anlehnen. *Bull. de la soc. géol. II, p.* 419. Im Bassin des Adour soll nach Delbos der Dolomit eine nicht unwichtige Rolle in der Zusammensetzung der Kreideformation spielen. Nach Lory geht die obere Etage der Neocombildung von Grenoble, welche dort noch aus Caprotinen-Kalkstein besteht, bei Chichiliane in einen oft völlig krystallinischen und cavernosen Dolomit über. *Bull. de la soc. géol.* [2] *t. XI, p.* 777. Bei Donalds-Kills unweit Keady in Irland sind nach Portlock der Kreide drei Schichten von zelligem, mit Chalcedongeoden versehenem Dolomite untergeordnet. Der cretacische Kalkstein von Palermo ist nach Fr. Hoffmann mit Dolomit verbunden, welcher zwischen Morreale, S. Giuseppe und Giardinello sehr verbreitet ist; auch an der Südküste Siciliens, bei Sciacca, Licata u. a. O. soll Dolomit vorkommen. Nach Renou und Rozet treten in Algerien graue und gelbe Dolomite als sehr verbreitete Gesteine der Kreideformation auf, welche schon aus der Ferne an der auffallenden Form ihrer Berge zu erkennen sind; und nach Boblaye, Virlet und Boué bestehen in der Türkei die höchsten Gebirgsketten der Kreideformation aus Dolomit. Boué, *Esquisse géol. de la Turquie d'Europe, p.* 52 ff.

4. Gyps. In den Thonen und Mergeln der Kreideformation kommen bisweilen Krystalle, Anflüge oder kleine Nester von Gyps vor, welche als secundäre, durch Zersetzung von Eisenkies vermittelte Bildungen, und als blose accessorische Bestandtheile zu betrachten sind. Doch werden aus mehren Territorien der Formation auch förmliche Stöcke und Lager von Gyps erwähnt, welche gewöhnlich von grauen oder bunten Mergeln begleitet werden, und wenigstens in manchen Fällen als wirkliche untergeordnete Glieder anzuerkennen sein möchten.

A. Römer gedenkt kleiner Stöcke von dichtem Gyps, welche mehrorts im Hilsthone der Gegend von Alfeld vorkommen. Bedeutender sind die Gypsmassen, welche Dufrénoy in der Kreideformation des südwestlichen Frankreich nachgewiesen hat; wie bei Cherve unweit Cognac, bei Rochefort, bei Saint-Jean-d'Angely und anderen Orten. In der Neocombildung der Provence kommen nach Scipion Gras bei Senez (*Basses Alpes*), nach Coquand bei Auriol und Roquevaire (*Bouches du Rhône*) nicht unbedeutende Gypslager vor; auch sollen nach Sc. Gras dergleichen im Dép. der Drôme sehr verbreitet sein. Dasselbe berichtet Crouzet aus der Kreideformation des Adour-Bassins. Die krystallinischen Kalksteine der unteren Kreide Süd-Algeriens enthalten nach Ville besonders bei Laghouat sehr mächtige und ausgedehnte Gypslager.

Die vielen Gypsmassen, welche nach Dufrénoy in den westlichen Pyrenäen in Begleitung der Ophite (I, 567) auftreten, sind wohl rücksichtlich ihrer Stellung zur Kreideformation noch etwas problematisch. Aus den Beobachtungen Tschihatschew's ergiebt sich aber, dass die von Hamilton vielorts in Kleinasien beobach-

teten Gypsstöcke dieser Formation nicht angehören. Auch sind wohl diejenigen Gypsbildungen, welche in Podolien über der Kreideformation liegen (Neues Jahrb. für Min. 1841, S. 520) eben so für tertiär zu halten, wie diess für die ähnlich gelagerten Gypse Polens erwiesen ist, welche Pusch noch zu der Kreideformation rechnete. Endlich sind die von Hoffmann über die Gypse der sicilianischen Schwefelformation aufgestellten Ansichten zweifelhaft geworden, seitdem Prevost, Pinteville u. A. diese ganze Formation für tertiär, und nicht für cretacisch erklärt haben.

5. Steinsalz. Mit dem Steinsalze verhält es sich wie mit dem Gypse; d. h. manche seiner angeblich cretacischen Vorkommnisse gehören gewiss nicht der Kreideformation an, für welche übrigens die Möglichkeit von Steinsalzlagern gar nicht in Abrede gestellt werden kann, da sie eine durchaus marine Sedimentformation ist. Sehen wir jedoch ab von manchen zweifelhaften oder ganz unbestimmten Angaben, so dürften als wirklich cretacisch fast nur diejenigen Ablagerungen von Steinsalz übrig bleiben, welche in Algerien nachgewiesen worden sind.

Dass die früher in der westphälischen Kreideformation, wegen der in ihrem Gebiete so zahlreichen Salzquellen, vermutheten Steinsalzlager nicht existiren, diess wird wohl gegenwärtig ziemlich allgemein angenommen, indem man zu der Ansicht gelangt ist, dass sie entweder aus tiefer liegenden Formationen stammen, oder auch, dass sie ihren Salzgehalt durch Auslaugung der Schichten der Kreideformation selbst erhalten; welche letztere Ansicht von G. Bischof, besonders aber von Huyssen mit sehr triftigen Gründen geltend gemacht worden ist. Bischof, Lehrb. der chem. Geol. I, S. 141 ff. und Huyssen, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VI, S. 502, und VII, S. 567 ff. Dass die bedeutenden Steinsalzmassen Siciliens und Cataloniens nicht, wie man früher glaubte, der Kreideformation, sondern der Nummulitenformation angehören, diess scheint ziemlich gewiss zu sein, und kann wenigstens für Catalonien durch die Beobachtungen von Verneuil und Collomb als erwiesen gelten. Die colossalen Steinsalzstöcke von Kulpi und Nachitschewan in Armenien sind höchst wahrscheinlich von gleicher Stellung. Die Steinsalzbildung des Usdum am todten Meere kommt zwar im Gebiete kreideähnlicher Kalksteine vor, aber das wirklich cretacische Alter dieser Kalksteine ist wohl noch nicht erwiesen. — Dagegen kommen nach Renou und Fournel bei Constantine und anderwärts in Algerien Steinsalz und Gyps im Hippuritenkalkstein vor. Das Steinsalz bildet mitunter förmliche Berge; nördlich von Biskra erhebt sich der Gypsberg Djebel-Melah, welcher Steinsalz in horizontalen Schichten umschliesst; südlich von Medeah erhebt sich der Salzberg Djebel-Sahari; überall aber wird das Steinsalz von bunten Mergeln und von Gyps begleitet. Nach Crouzet kommen auch in der Kreideformation des Adour-Bassins zugleich mit dem Gypse Steinsalzlager vor.

6. Kalkphosphat. Mit Ausnahme des oben (S. 977) erwähnten russischen sogenannten Apatitsandsteins, in welchem die phosphorsaure Kalkerde sehr gleichmässig verbreitet zu sein scheint, zeigen die übrigen Gesteine der Kreideformation das Kalkphosphat nur in der Form von Concretionen, von Knollen und Nieren, welche jedoch in einigen Gegenden so häufig vorkommen, dass sie eine besondere Erwähnung verdienen, zumal, weil sie als Material zur Verbesserung des Ackerbodens eine grosse agronomische Bedeutung gewonnen haben.

Das Vorkommen solcher Knollen von Kalkphosphat in den mittleren Etagen der Kreideformation ist schon lange durch Al. Brongniart, Buckland, De-la-Beche, Mantell und Fitton nachgewiesen worden. Nach Austen finden sie sich bei Guildford und Farnham sowohl im Gault als auch im oberen Grünsande, immer lagenweise geordnet und stets in Begleitung von Glaukonit. Man hat sie für Koprolithen gehalten; auch haben sie meist die äussere Form derselben, jedoch eine concentrische Structur. Ihr Gehalt an Phosphorsäure, der nach Nesbit 28 p. C. beträgt, ist wohl jedenfalls organischen Ursprungs. *Quart. Journ. of the geol. soc. vol. IV, p. 257.* — Nach den Untersuchungen von Rousseau finden sich im Gebiete der nordfranzösischen Kreideformation, besonders in den Départements der Seine-inférieure, der Oise, des Pas-de-Calais, du Nord, der Aisne, der Ardennen, der Haute-Marne, der Aube und Yonne, dergleichen Knollen an sehr vielen Punkten. Sie sind nussgross bis zu $\frac{1}{3}$ Meter im Durchmesser, und kommen theils regellos im Gesteine zerstreut, theils lagenweise geordnet vor. Die Analysen von Bobierre haben gelehrt, dass ihr Gehalt an phosphorsaurem Kalke von 32 bis 70 Procent geht. Der untere Grünsand, der Gault, der obere Grünsand, die glaukonitische Kreide, die mergelige und die weisse Kreide enthalten sie, besonders reichlich im Pays du Bray und im Boulonnais, wo sie dem Ackerbau einen grossen Schatz darbieten. Die Herren de Molon und Thurneisen haben in einer einzigen Gegend 45 Gruben eröffnet, welche 600 Arbeiter beschäftigen und täglich 200,000 Kilogr. liefern. *Comptes rendus, t. 43, 1856, p. 178 ff.*

7. Kohlen. In den Sandstein-Etagen der Kreideformation kommen bisweilen Flötze von Steinkohlen vor, welche aber gewöhnlich zu schmal und schlecht sind, um eine bergmännische Gewinnung zu verdienen; doch kennt man auch bauwürdige Flötze, wie bei Wenig-Rackwitz in Schlesien und bei Grünbach in Oesterreich. Diese kohligen Lager werden gewöhnlich von Schieferthon begleitet, in welchem sich Pflanzenreste finden.

Kleine und ganz unbedeutende Steinkohlenflötze, welche zum Theil nur als Flötze von Kohlenletten zu bezeichnen sind, kennt man im unteren Quadersandsteine Sachsens bei Niederschöna unweit Freiberg, bei Reinhardsgrimma, bei Leiteritz unweit Dresden und anderwärts. Wichtiger sind die Vorkommnisse in der Senonbildung Schlesiens, in der Gegend zwischen Bunzlau und Löwenberg, wo bei Wenig-Rackwitz und Ottendorf drei Flötze bekannt sind, welche bei 10 Zoll bis fast 2 Fuss Mächtigkeit abgebaut werden; auch bei Wehrau kennt man schon lange ein, in seinem Ausstriche fussmächtiges Kohlenflötz. In Mähren kennt man in den unteren Schichten des Quadersandsteins bei Mährisch-Trübau ein 4 Fuss, bei Boskowitz ein 5 Fuss mächtiges Kohlenflötz, während anderwärts zwei Flötze von 3 und 4 Fuss Stärke vorhanden sind. Reuss, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 1854, S. 726 ff. Bei Quedlinburg kommen in den bunten Thonen des Ueberquaders (S. 973) schmale Kohlenflötze vor, welche man gleichfalls abzubauen versucht. Auch die sogenannte Gosaubildung der österreichischen Alpen, welche der Turonbildung entspricht, ist kohlenführend. Der wichtigste Punkt liegt bei Grünbach, westlich von Wiener-Neustadt, wo innerhalb eines ziemlich complicirten Schichtensystems eine aus Sandstein, Mergelschiefer und Schieferthon bestehende Etage auftritt, in welcher nicht weniger als 21 Kohlenflötze liegen, von denen jedoch die meisten nur 2 bis 10 Zoll stark, und nur drei, von 2 bis 4 Fuss Mächtigkeit, bauwürdig sind. Die ganze Bildung tritt dort in der Form einer heteroklinen Mulde (I, 888) auf, deren einer Flügel bis zu 60 und 40° überkippt ist; eine Architektur, welche ganz an die eigentliche Steinkohlenformation erinnert. Die Kohle ist vortrefflich und wird von den Donau-Dampfschiffen benutzt. Cziczek,

im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, II, 107. Nach v. Cotta gehören auch die Steinkohlen von Ruszkberg im Banate der Kreideformation an; Neues Jahrb. für Min. 1858, S. 86. Bei Utrillas in Spanien soll in derselben Formation sehr schöne Steinkohle vorkommen, wie Verneuil berichtet; *Bull. de la soc. géol.* [2], *vol. XI, p.* 661.

Auch auf der Insel Bornholm, auf Isle d'Aix (Charente inférieure), wo zugleich viele, theils verkohlte, theils verkieselte Fucoiden vorkommen, bei Ernani in der Umgegend von Tolosa, und in Venezuela, wo die bis 4 Fuss mächtigen Flötze im Thonschiefer liegen, ist die Kreideformation als eine kohlenführende Formation erkannt worden.

8. Asphalt. In einigen Gegenden sind gewisse Kalksteine der Kreideformation mehr oder weniger reichlich mit Asphalt imprägnirt, und liefern dann den sogenannten Asphaltstein, welcher auf verschiedene Weise benutzt wird; bisweilen tritt aber auch reiner Asphalt in förmlichen Lagern zwischen den Schichten oder auf Klüften des Kreidekalksteins auf.

Im Val de Travers im Canton Neuchâtel sind mehre Schichten des Neocomkalksteins, bis zu einer Mächtigkeit von 30 Fuss, als Asphaltstein ausgebildet, indem das Gestein 10 bis 20 Procent Asphalt enthält, weshalb dort eine sehr bedeutende Gewinnung von Asphaltstein Statt findet. Ann. der Chem. u. Pharm., B. 87, S. 139 ff. und *Archives des sc. phys. et nat.* 1856, *p.* 165. In Dalmatien sind innerhalb der Kreideformation mehrorts bedeutende Asphaltlager bekannt; eben so auch in Neu-Granada in den Gebirgen von Ocaña und des Quindiu.

9. Eisenerze und Zinkerze. Von Erzen hatte man früher in der Kreideformation nur Eisenerze, und zwar theils Bohnerze, theils verschiedene Varietäten von Brauneisenerz kennen gelernt, bis neuerdings aus der Provinz Santander in Spanien auch das Vorkommen von Zinkerzen bekannt wurde.

Thirria und Thurmann waren geneigt, viele unmittelbar auf der Juraformation abgelagerte Bohnerzgebilde als Aequivalente der Neocombildung zu betrachten; auch ist eine der bedeutendsten Bohnerzbildungen Teutschlands, nämlich die Eisenerzlagerstätte von Steinlahde in Hannover, ganz entschieden als ein Glied der Neocombildung charakterisirt, welche überhaupt unter allen Gliedern der Kreideformation am häufigsten mit Eisenerzen versehen zu sein scheint. Indessen kommen dergleichen pisolithische Eisenerze auch höher aufwärts vor, wie z. B. in der turonischen Etage des Département der Dordogne nach Delanoue, und bei Immenrode in Hannover nach v. Unger.

Auch oolithische Eisenerze sind in mehren Territorien der Kreideformation bekannt, und bereits in allen drei unteren Abtheilungen derselben nachgewiesen. Endlich kommen auch, abgesehen von den schon oben (S. 973) erwähnten Concretionen, noch andere Brauneisenerze vor, welche theils als Thoneisensteine, theils als blose Lager von Ocker erscheinen.

Nach v. Unger ist die untere Kreideformation in dem Zuge von Hildesheim nach Immenrode besonders reich an Eisenerzen. So liegt bei Hahndorf, unweit Immenrode, unter dem Flammenmergel ein Bohnerzlager; zwischen dem Heiligenberge und Galgenberge bei Salzgitter nimmt der unter dem Flammenmergel liegende Grünsand so viele Linsen, Körner und Nieren von Thoneisenstein auf, dass in einzelnen Schichten der Sand ganz verdrängt wird. Bei Steinlahde endlich liegt un-

mittelbar am Keupersandstein ein 7 Fuss mächtiges Lager von Thoneisenstein, welcher theils unbestimmt eckige, theils bohnenförmige, theils sphäroidische oder ganz kugelförmige, z. Th. concentrisch-schalige Körner von der Grösse eines groben Hagels bis herab zu der des feinsten Schiesspulvers bildet, die bald dicht über einander liegen, bald durch Thon verbunden sind. Darüber liegt eine anderthalb Fuss starke, belemnitenreiche Schicht, dann abermals eine 5 Fuss mächtige Lage Eisenerz, auf welche einige glaukonitische Mergelschichten und endlich die Flammenmergel folgen. Nördlich von diesem Punkte ist das Erzlager auf 8000 F. weit durch Schürfe nachgewiesen; allein es findet sich in seinem Liegenden ein allmälig immer bedeutenderes System von gelblichgrünen Mergeln ein; auch ist das Lager am äussersten Punkte 380, und bei dem Vorwerk Altenhagen, im benachbarten Theile von Braunschweig, 95 bis 100 Fuss mächtig. Die in dem Eisenerze vorkommenden Fossilien, unter denen sich *Belemnites subquadratus*, *Pecten crassitesta*, *Exogyra Couloni* und andere ächt neocome Formen befinden, setzen es ausser allen Zweifel, dass diese merkwürdige Erzlagerstätte der Neocombildung angehört. Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. 17, 1843, S. 248 ff. Nach v. Strombeck, welcher in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. IX, S. 317 f. dieselbe Lagerstätte bespricht, ist solche, bei einer Mächtigkeit von 6 bis 8 Lachtern, auf 6 Stunden Länge bekannt.

In der Kreideformation der Nordkarpathen, bei Teschen und weiterhin in Galizien kommen nach Hohenegger zahlreiche Schichten von dichtem Sphärosiderit vor, welche in fünf verschiedenen Niveaus eben so viele Züge von Eisensteinlagern bilden. Diese Schichten sind zwar nur 2 bis 6 Zoll mächtig, und dermaassen mit Thon, Kalk und Sand verunreinigt, dass sie durchschnittlich nur 12 Procent Eisen enthalten; dennoch liefern sie in Oesterreichisch-Schlesien und in Galizien den Gegenstand eines wichtigen Bergbaues und Hüttenbetriebes.

Bei Peine in Hannover liegt nach v. Strombeck in der Senonbildung eine eigenthümliche Lagerstätte von Eisenerz, welche aus nuss-, bis handgrossen Geschieben von dichtem Brauneisenerz besteht, die durch feineren Schutt desselben Erzes oder durch gelblichgrauen Mergel verbunden sind, in welchem *Belemnitella quadrata*, *Ostrea vesicularis*, *Apiocrinus ellipticus* u. a. ächt senonische Fossilien vorkommen; die Mächtigkeit dieses ziemlich ausgedehnten Lagers beträgt 15 bis 16 F. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. IX, S. 314 ff.

Im Banate wird nach Kudernatsch die Kreideformation mit einer Eisenerzbildung geschlossen, welche er als eine Bohnerzbildung bezeichnet. Sie besteht aus gelblichem bis rothem Thone, welcher zahlreiche Concretionen von Brauneisenerz umschliesst, die theils aus umgewandelten Pyritknollen bestehen, theils ursprünglich als dichtes Brauneisenerz gebildet worden sein mögen. Die Mächtigkeit dieser Bildung beträgt meist nur einige Klafter, steigt aber bei Moravicza bis über 20 Klafter; die organischen Ueberreste von Terebrateln, Exogyren, selten von Ammoniten und Belemniten sind sämmtlich in Brauneisenerz umgewandelt. Sitzungsber. der kais. Ak. der Wiss., B. 23, S. 142 ff.

Wie der *lower greensand* Englands oftmals nichts weniger als ein grüner, sondern vielmehr ein gelber oder brauner eisenschüssiger Sand ist, so giebt sich auch sein Reichthum an Eisenoxydhydrat nicht selten dadurch zu erkennen, dass er vielorts, namentlich in Surrey und West-Sussex, auch auf Wight, mit braunen, glänzenden Körnern von Brauneisenerz erfüllt ist. Fitton, in *Trans. of the geol. soc. 2. series, IV, p.* 188.

Oolithische Eisenerze finden sich z. B. in der Neocombildung des Dép. der oberen Marne, von Sommevoire über Vassy und Eurville bis Narcy in bedeutender Menge, auch im oberen Grünsand des Dép. der Oise. Dichter sandiger Brauneisenstein bildet bei Lockswell-Heath in Wiltshire das Bindemittel eines dem unteren

Grünsand angehörigen feinen Conglomerates, welches ehemals als Eisenerz verschmolzen worden ist. Bei Wehrau und Wenig-Rackwitz finden sich im Hangenden der oben erwähnten Kohlenflötze Lager von Thoneisenstein, welche reich an Muschelabdrücken sind. Bei Brill in Buckinghamshire liegt im unteren Grünsand ein Lager von sehr gutem gelbem Ocker, der viel in den Handel kommt; dasselbe ist der Fall bei Pourrain und Saully im Dép. der Yonne, wo das 2 bis 6 Fuss mächtige Ockerlager gleichfalls der Neocombildung angehört. Schon diese Beispiele lehren, dass es besonders diese Abtheilung der Kreideformation ist, in welcher ein bedeutender Reichthum an Eisenoxydhydrat vorkommt, wodurch denn auch die Vermuthung bestätigt wird, dass die dem Jurakalkstein aufgelagerten Bohnerzgebilde und andere, ähnlich gelagerte Brauneisenerze (wie z. B. jene 10 bis 15 Fuss mächtige Ablagerung, welche Cornuel als die tiefste Etage der Kreideformation von Vassy beschreibt), gleichfalls den Anfang der Kreideformation bezeichnen.

Galmei, Zinkspath, Blende und Bleiglanz bilden nach Rivière bei Santander in Spanien innerhalb der Kreideformation Stöcke, welche von Dolomit bedeckt und von rothem eisenschüssigem Thone getragen werden. *Comptes rendus, t. 47, p.* 728.

Zweites Kapitel.

Gliederung der Kreideformation.

§. 426. *Allgemeine Gliederung der Formation in fünf Haupt-Abtheilungen.*

Die Kreideformation zeigt in ihren verschiedenen Territorien oftmals eine recht verschiedenartige petrographische Zusammensetzung und eine sehr abweichende Aufeinanderfolge ihrer petrographisch verschiedenen Glieder. Hieraus folgt denn, dass man bei der Parallelisirung verschiedener, weit auseinander liegender Territorien kein zu grosses Gewicht auf die petrographische Beschaffenheit ihrer verschiedenen Etagen legen darf, dass schon die Gliederung eines jeden einzelnen Territoriums vorzugsweise auf die Lagerungsfolge und auf die organischen Ueberreste der über einander liegenden Etagen gegründet werden muss, und dass ein naturgemässes allgemeines Schema für die Gliederung der Formation überhaupt nur aus den bathrologischen und paläontologischen Analogieen ihrer verschiedenen Territorien abgeleitet werden kann.

Die ursprünglichen Verschiedenheiten der litoralen oder paralischen, der pelagischen und oceanischen Bildungsräume, des seichten und des tiefen Meeresgrundes, die qualitativen und quantitativen Verschiedenheiten des, theils von den Landgewässern und Meeresströmungen eingeführten, theils auch von der organischen Natur gelieferten Materials, die Verschiedenheiten der geophysischen Bedingungen und Einwirkungen, denen die Schichtensysteme sowohl während als auch nach ihrer Bildung unterworfen waren; alle diese und viele andere Umstände mussten natürlich auch bei der Kreideformation auf die Ausbildung verschiedener Facies hinwirken, unter welchen sich dieselbe in verschiedenen Territorien, ja sogar in verschiedenen Regionen eines und dessel-

ben Territoriums darstellen wird. Daher kann denn dieselbe Etage, welche hier als eine Kalksteinbildung erscheint, dort als ein System von Mergelschichten, weiterhin als eine Thon-Ablagerung, und noch anderswo als eine Sandsteinbildung erkannt werden; daher kann dieselbe Sandsteinbildung oder dieselbe Thon-Ablagerung, welche hier mehre hundert Fuss mächtig ansteht, dort auf wenige Fuss zusammenschrumpfen. Nur unter Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse ist es möglich, wie in jeder anderen sedimentären, so auch in der cretacischen Formation ein ziemlich allgemein giltiges Schema ihrer Gliederung aufzufinden.

Alcide d'Orbigny hebt in seinem *Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie*, bei der Schilderung der sieben Haupt-Etagen, welche er in der Kreideformation annimmt, die Verschiedenheiten des petrographischen Habitus hervor, welche eine und dieselbe Etage in verschiedenen Bildungsräumen erkennen lässt, und macht immer und immer wieder aufmerksam darauf, wie wenig man berechtigt sei, in verschiedenen Gegenden eine Aehnlichkeit der petrographischen Zusammensetzung zu erwarten. Nachdem er die verschiedenen Facies der cenomanen Etage innerhalb des Gebietes von Frankreich aufgeführt hat, schliesst er mit folgender Bemerkung: *Par ces différences énormes, suivant les couches ou suivant les lieux, d'un même horizon géologique, il est facile de concevoir où l'on pouvait arriver, lorsqu'on employait le caractère minéralogique pour distinguer les étages crétacés; mais qu'on abandonne ce caractère trompeur, et qu'on y substitue, comme nous l'avons fait, les caractères paléontologiques, tout se simplifiera; les horizons se dessineront nettement, et alors on verra que la stratigraphie rigoureuse concorde, en tout point, avec les résultats paléontologiques.* Dieselbe Bemerkung gilt mehr oder weniger für jede Abtheilung der Kreideformation.

Wenn also die petrographische Natur der verschiedenen Etagen nur mit grosser Vorsicht benutzt werden darf, sobald es sich um die Ermittelung ihres Synchronismus oder Metachronismus handelt, wenn hierbei die Lagerungsfolge und die organischen Ueberreste als die hauptsächlichsten Kriterien zu berücksichtigen sind, so dürfen wir doch nicht vergessen, dass auch diese organischen Ueberreste in verschiedenen Bildungsräumen mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten erkennen lassen werden, weil ja dieselben Ursachen, durch welche eine verschiedene petrographische Facies bedingt wurde, zum Theil auch einen verschiedenen Charakter der Fauna veranlassen mussten, und weil überhaupt die verschiedenen Familien, Geschlechter und Species in verschiedenen, durch klimatische und geographische Verhältnisse getrennten Verbreitungsgebieten vertheilt gewesen sein werden, so dass hier diese, dort jene Formen in vorwaltender Menge existirten. Daher ist denn auch an eine durchgängige Identität der Species in den verschiedenen Territorien der Kreideformation gar nicht zu denken; daher lassen selbst benachbarte Territorien bisweilen recht auffallende Verschiedenheiten erkennen, während in weit von einander liegenden Territorien die Zahl der identischen Species oft sehr gering zu sein pflegt; daher wird denn auch ausser der Identität der Species subsidiarisch die Analogie derselben, und der in gewissen Familien und Geschlechtern hervortretende allgemeine Charakter der Fauna erwogen werden müssen.

So erkannte z. B. Lyell unter 60 Conchylien der Kreideformation aus New-Jersey nur 5, welche mit europäischen Species wirklich identisch sind, während nach Forbes doch noch 15 Species als vollgiltige Repräsentanten wohl bekannter europäischer Arten angesehen werden können. Ferdinand Römer fand in den tieferen Schichten der Kreideformation von Texas unter 44 Species 11 Formen, welche auch für die europäische Kreideformation sehr bezeichnend, und 6 Formen, welche gewissen europäischen Species sehr analog sind; dagegen in den höheren Schichten unter 36 Species 3 identische und 7 analoge Formen. Was sich so für die Kreideformation überhaupt herausstellt, das gilt natürlich auch für ihre einzelnen Abtheilungen, bei deren Fixirung ganz besonders auch der Umstand zu berücksichtigen ist, dass oft eine und dieselbe Species in verschiedenen Territorien eine sehr verschiedene verticale Verbreitung besitzt, und bald nur durch eine oder durch wenige, bald durch mehre Etagen hindurchgeht. Wie werthvoll daher auch die paläontologische Unterscheidung vieler Glieder und Unterglieder innerhalb einzelner Territorien ist, so wenig wird doch bei einer allgemeinen Betrachtung der Formation solchen localen Unterabtheilungen eine grosse Bedeutung zugestanden werden können. B. v. Cotta bemerkt in dieser Hinsicht sehr richtig, dass die successive Entwickelung der Organismen, wie sie in der Kreideformation Englands vorliegt, natürlich auch in Teutschland nicht fehle, und dass man daher auch bei uns untere, mittlere und obere Glieder unterscheiden könne, dass man sich aber dabei nicht verleiten lassen dürfe, scharfe Gränzen für einzelne Species gewaltsam anzunehmen. Es sei stets eine Uebereilung, zu behaupten, diese oder jene Muschel komme nur in diesen oder jenen zwei oder drei Schichten vor, und wo sie sich finde, müsse man es genau mit diesem oder jenem speciellen Formationsgliede zu thun haben. So enge Gränzen einer Species seien in der Regel nur local, wie sich schon a priori behaupten lasse und durch die Erfahrung oftmals bestätigt habe. Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 191 f.

Wenn man nun aber die organischen Ueberreste der verschiedenen Etagen von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus in das Auge fasst, wenn man zugleich die Lagerungsfolge dieser Etagen genau berücksichtigt, ohne dabei ihre petrographischen Eigenthümlichkeiten gänzlich zu vernachlässigen, so gelangt man auf das Resultat, dass sich in der gesammten Kreideformation besonders vier Hauptabschnitte oder Epochen, und folglich fünf Perioden und eben so viele Hauptabtheilungen feststellen lassen, deren Unterscheidung durch ihre bathrologischen und paläontologischen, ja bisweilen selbst durch ihre petrographischen Eigenschaften mit hinreichender Sicherheit gewährleistet wird. Es sind diess diejenigen fünf Abtheilungen, welche bereits oben S. 969 unter den Namen der Neocombildung, des Gault, der Cenomanbildung, der Turonbildung und der Senonbildung aufgeführt wurden, indem, nach dem Vorgange von Ferdinand Römer, Beyrich und v. Strombeck, für die drei letzteren Abtheilungen die von Alcide d'Orbigny vorgeschlagenen Namen benutzt worden sind, welche, eben so wie die beiden Namen Neocom und Gault, gar keine bestimmte petrographische Beschaffenheit ausdrücken.

Diese allgemeine Gliederung der Kreideformation hat sich bis jetzt fast in allen ihren Territorien als anwendbar bewährt, während die speciellen Eintheilungen, wie solche in diesem oder jenem Territorio für das eine oder das andere ihrer Hauptglieder durchgeführt worden sind, immer nur ein locales

Interesse und einen localen Werth haben können, da sie sich von einem Lande zu dem anderen verschiedentlich herausstellen.

Damit soll natürlich das Interesse und der Werth solcher speciellen Bearbeitungen nicht herabgesetzt werden, welche für die Gäa einzelner Länder und Landstriche unentbehrlich sind. Sie liefern uns gewissermaassen die Lineamente der mancherlei Physiognomieen, durch welche sich die verschiedenen Territorien der Kreideformation, gleichsam die Individuen der ganzen Species, unterscheiden. Diese Individuen ordnen sich aber bei einem allgemeineren Ueberblicke in fünf grosse Varietätengruppen, und das sind eben jene fünf Haupt-Abtheilungen, welche überall, wo sie vorkommen, durch dieselbe Aufeinanderfolge und durch ähnliche paläontologische Merkmale charakterisirt werden. Das sorgfältige Detailstudium einzelner Landstriche und die dadurch gewonnenen speciellen Gliederungs-Schemata der Kreideformation werden immer die eigentlichen Grundlagen für die allgemeine Naturgeschichte dieser Formation bilden; allein alle diese einzelnen Schemata müssen in ein grösseres Schema zusammengefasst werden, welches uns die Formation in ihrer Totalität vorführt; und dabei muss freilich unvermeidlich gar manches Detail fallen gelassen werden.

Auch Bronn erklärt sich dahin, dass die Scheidung der Formationen in viele Formationsglieder sehr verdienstlich und nützlich und, so weit es sich um einen einzelnen Landstrich handelt, auch praktisch wichtig sei; aber je vielgliederiger diese Scheidung, zumal in neueren Perioden, werde, desto weniger dürfe man erwarten, in anderen Ländern ein genaues Aequivalent für jedes Glied wieder zu finden. Gleichwohl befinde man sich fortwährend in der Nothwendigkeit, zu fragen, welche Bildungen in verschiedenen Ländern gleichzeitig seien, und der Gebrauch, diese Gleichzeitigkeit durch fremde (und geognostisch bedeutungslose) Namen in kürzester Form allgemein auszudrücken, verdiene keinen Vorwurf. Lethäa, 3. Aufl. V, S. 16.

Die von uns gewählte allgemeine Eintheilung der Kreideformation ist wesentlich dieselbe, welche schon in den ersten Schilderungen des englischen Kreide-Territoriums hervortritt und noch gegenwärtig für selbiges gilt; sie ist sehr nahe dieselbe, welche d'Archiac für die französischen Territorien und später ganz allgemein für die Kreideformation überhaupt geltend gemacht hat; und sehr nahe dieselbe, welche Bronn in der dritten Auflage der Lethäa, und F. Römer bei der Schilderung der westphälischen Kreideformation zu Grunde gelegt hat. Solche Auctoritäten bieten wohl einige Bürgschaft für die Zweckmässigkeit dieser Eintheilung, welche übrigens in der Hauptsache auch mit der Classification von d'Orbigny übereinstimmt, dessen gründliche und umfassende paläontologische Arbeiten einen so wesentlichen Einfluss auf die Fortschritte der Wissenschaft ausgeübt haben.

Die von d'Archiac*) nicht nur für die französische, sondern für die gesammte Kreideformation aufgestellte Eintheilung ist es, welche uns eigentlich zum Muster gedient hat, indem wir nur noch, nach dem Vorgange von Beyrich, v. Strombeck,

*) Im vierten Theile seiner vortrefflichen *Histoire des progrès de la Géologie*, welche bei ihrer umfassenden und kritischen Bearbeitung als eine der reichsten Fundgruben geologischer Wissenschaft und als eines der wichtigsten und unentbehrlichsten Werke der Neuzeit bezeichnet werden muss. Seine Eintheilung der Kreideformation wurde übrigens schon früher veröffentlicht.

Reuss u. A., auch die Cenomanbildung als eine besondere Gruppe aufnahmen. *La formation crétacée,* sagte er, *présente quatre divisions de premier ordre, ou quatre groupes, qui ont chacun une importance réelle, quoique inégale. Ce sont le groupe de la craie blanche, de la craie tuffeau, du gault et le groupe néocomien ou du grès vert inférieur.* Was aber die weiteren Unterabtheilungen betrifft, so spricht er sich über sie folgendermaassen aus. *Les étages que l'on peut établir dans chacun de ces groupes, pour en faciliter l'étude, sont variables dans chaque région naturelle. Ces divisions, de moins en moins importantes dans le temps, le sont aussi dans l'espace, et les dernières sont d'autant moins comparables entre elles, qu'elles sont plus nombreuses, et qu'on les considère sur des points fort éloignés les uns des autres, là où les phénomènes se sont localisés davantage.* Die neuere Literatur über die Kreideformation der verschiedensten Länder lässt die Wahrheit dieser Bemerkungen auf eine schlagende Weise hervortreten. — Es entspricht also der *grès vert supérieur* ungefähr der Cenomanbildung, die *craie tuffeau* der Turonbildung, und die *craie blanche* (einschliesslich der Tuffkreide von Maestricht und des Pisolithenkalkes) der Senonbildung.

Die in England von Conybeare, Phillips, Mantell, Fitton u. A. begründete und auch noch von Morris anerkannte Gliederung der dortigen Kreideformation lässt sich mit unserer fünfgliederigen Eintheilung vollkommen in Uebereinstimmung bringen; es ist nämlich in England:

die Neocombildung = dem *lower greensand* oder *Shanklinsand,*
die Gaultbildung = dem *gault* und dem *Speetonclay* grösstentheils,
die Cenomanbildung = dem *upper greensand,*
die Turonbildung = dem *chalkmarl,* und
die Senonbildung = dem *lower* und *upper chalk.*

In welcher Weise unsere fünf Haupt-Abtheilungen den von d'Orbigny aufgestellten Etagen entsprechen, diess ist bereits oben S. 969 angegeben worden.

§. 127. *Vollständige und theilweise Ausbildung der Formation; petrographische Analogieen.*

Im vorhergehenden Paragraphen haben wir von der Eintheilung der Kreideformation gesprochen, ohne uns dabei auf die paläontologischen und petrographischen Eigenschaften ihrer Glieder einzulassen. Da nun diese Eintheilung wesentlich auf den paläontologischen Eigenschaften beruht, weil sie nur selten in allgemeinen und einigermaassen constanten petrographischen Charakteren hervortritt, so würden wir eigentlich sofort zur Betrachtung der organischen Ueberreste der Formation überzugehen haben, um, nach einer allgemeinen Schilderung ihrer Fauna und Flora, die paläontologische Begründung ihrer fünf Haupt-Abtheilungen zu erläutern. Indessen glauben wir vorher noch einige allgemeine Betrachtungen über die verschiedene Ausbildungsweise der Formation in den verschiedenen Regionen ihres Vorkommens vorausschicken zu müssen.

Eine ganz allgemein gehaltene petrographisch-paläontologische Schilderung der Formation nach ihren verschiedenen Etagen lässt sich nämlich, der Natur der Sache nach, bei dem Wechsel ihrer petrographischen Eigenschaften, und bei der wenig-

stens theilweisen Verschiedenheit ihrer Fossilien nicht füglich in abstracto geben. An die Stelle einer solchen allgemeinen Schilderung wird daher die Beschreibung einiger der bedeutenderen und genau erforschten Territorien treten müssen, welche uns gleichsam den Normaltypus der Formation erkennen lassen, worauf dann einige andere, von diesem Normaltypus mehr oder weniger abweichende Territorien zur Darstellung zu bringen sein werden. In jenen werden wir gewissermaassen das Hauptthema, in diesen einige der wichtigsten Variationen kennen lernen, an deren Composition die schaffende Natur während der cretacischen Periode gearbeitet hat. Diese Betrachtungen bleiben aber zweckmässigerweisse dem vierten Kapitel vorbehalten.

Was zuvörderst die grössere oder geringere Vollständigkeit der Kreideformation betrifft, so sind es verhältnissmässig nur wenige Länder, in denen sie mit allen ihren fünf Gliedern zur Entwickelung gelangt ist. Das südliche England und Nordfrankreich liefern ein paar ausgezeichnete Beispiele; auch in der Provence, im Dauphiné und in den angränzenden Gegenden von Piemont sind alle fünf Glieder vorhanden.

Allein in den meisten ihrer Territorien hat die Formation nur eine partielle Entwickelung erlangt, indem sie nur zwei oder drei, ja bisweilen sogar nur eines ihrer Hauptglieder erkennen lässt. Diese theilweise Ausbildung der Formation in einzelnen ihrer Abtheilungen, mit Ausfall der übrigen, ist aus den verschiedenen Verhältnissen der Emersion und Submersion der betreffenden Regionen der Erdoberfläche während des Verlaufes der cretacischen Periode zu erklären, weshalb denn auch die Epochen, welche den Uebergang von einer Haupt-Abtheilung zur anderen bezeichnen, durch solche Ereignisse bestimmt worden sein mögen, welche in vielen Gegenden einen Wechsel von Land und Meer zur Folge hatten.

Am seltensten ist im Allgemeinen der Gault zur Ausbildung gelangt, wie er denn auch in den meisten Gegenden seines Vorkommens nur eine verhältnissmässig geringe Mächtigkeit besitzt, und, seiner Masse nach, als das unbedeutendste Hauptglied zu betrachten sein dürfte. Desungeachtet verleihen ihm seine organischen Ueberreste den Charakter einer selbständigen Abtheilung. Dagegen ist die Neocombildung nicht nur in mehren Gegenden Europas, sondern auch in manchen aussereuropäischen Ländern, wie z. B. in Daghestan und in Südamerika sehr verbreitet. Die allgemeinste Verbreitung dürfte unstreitig der Cenoman- und Turonbildung zukommen, welche bald allein, bald in Begleitung der darauf folgenden Senonbildung, in Europa wie in Afrika und in Nordamerika eine sehr wichtige Rolle spielt.

Im östlichen Teutschland, namentlich in Sachsen, Böhmen, Schlesien und Mähren sind es die Cenoman- und die Turonbildung, zum Theil auch die Senonbildung, welche sich in den mächtigen Massen des Quadersandsteins und Pläners niedergelegt finden, während dort bisher weder der Gault noch die Neocombildung nachgewiesen werden konnten*); weiter nördlich, in Pommern und auf Rügen, erscheint besonders die Senonbildung als weisse Kreide. Im nordwestlichen Teutsch-

*) Mit Ausnahme einiger Gegenden in Mähren und Oesterreichisch-Schlesien, wo Hohenegger die Neocombildung erkannt hat.

land findet sich zwar in Hannover, Braunschweig und Westphalen die Neocombildung (oder Hilsformation) und der Gault; aber auch dort ist es besonders die Turonbildung, welche die ausgedehnten Territorien an der Nordseite des Harzes und in Westphalen hauptsächlich constituirt, und über welcher erst im nördlichen Theile Westphalens und in Rheinpreussen auch die Senonbildung zu einer bedeutenderen Entwickelung gelangt zu sein scheint. Auch die in den Oesterreichischen Alpen so verbreiteten und vielfach discutirten Schichten der Gosauformation sind, nach den neuesten Untersuchungen von Reuss, blos als turonische zu betrachten.

Wenn nun auch die Kreideformation in ihrer Totalität keine ganz bestimmte und überall wiederkehrende Aufeinanderfolge verschiedener Gesteine erkennen lässt, so hat es sich doch wenigstens in vielen ihrer Territorien als eine häufige Regel bestätigt, dass sie nach unten vorzugsweise aus sandigen und thonigen, nach oben dagegen vorzugsweise aus kalkigen Gesteinen besteht. Man hielt diess anfangs für eine so durchgreifende Regel, dass man in dem Namen Grünsand- und Kreideformation einen ziemlich allgemein giltigen Ausdruck für die Zusammensetzung der ganzen Formation gefunden zu haben glaubte. Obgleich nun die später erweiterten Beobachtungen die Allgemeingiltigkeit dieser Regel gar sehr beschränkt haben, so liegt doch in dem erwähnten Namen noch insofern eine gewisse Wahrheit, als die glaukonitführenden Gesteine vorzüglich in den unteren Etagen der Formation, bis hinauf in der Turonbildung, aufzutreten pflegen, während die eigentliche Kreide mit ihren Feuersteinen überall nur als ein Glied der Senonbildung erkannt worden ist.

Weitere petrographische Uebereinstimmungen dürften sich, nach dem dermaligen Stande unserer Kenntnisse, in der Zusammensetzung der Kreideformation nicht allgemein geltend machen lassen, wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass die Turonbildung in sehr vielen Gegenden als die hauptsächliche Niederlage der eigentlichen Kreidemergel, des Pläners und der Sandsteine charakterisirt ist.

Wo die Reihe der Sedimentformationen in den unmittelbar vorausgehenden Gliedern vorhanden ist, da ist die Kreideformation der Jura- oder der Wealdenformation aufgelagert, was theils mit concordanter, theils mit discordanter Lagerung Statt findet. In vielen Ländern ruht sie jedoch auf anderen, weit älteren, sedimentären, eruptiven oder primitiven Formationen auf, wobei denn die verschiedensten Lagerungsverhältnisse vorkommen können, und namentlich ein Uebergreifen der Kreideformation aus dem Gebiete der einen Formation in das verschiedener anderer Formationen zu den ganz gewöhnlichen Erscheinungen gehört.

Die Kreideformation zeigt oftmals über grosse Räume noch ihre ursprüngliche, fast horizontale Schichtenlage, indem sie sich in weit ausgedehnten Decken über allen älteren Formationen verbreitet; nicht selten aber lässt sie, bald nur an einzelnen Punkten und Strichen, bald in dem ganzen Bereiche ihrer Territorien, eine Aufrichtung, eine Faltung und Stauchung, ja selbst eine Ueberkippung ihrer Schichtensysteme, und mancherlei andere

Störungen ihrer ursprünglichen Architektur erkennen. Alpen, Nordrand des Harzes, Teutoburger Wald, Landstrich von Oberau über Hohnstein bis Liebenau in Sachsen und Böhmen, Insel Wight, Möen.

Drittes Kapitel.

Paläontologische Verhältnisse der Kreideformation.

§. 428. *Allgemeine Betrachtung der cretacischen Flora und Fauna.*

Die Kreideformation unterscheidet sich durch ihre organischen Ueberreste sehr auffallend sowohl von der vorausgehenden jurassischen, als auch von der darauf folgenden ältesten tertiären Formation, obwohl in einigen ihrer oberen Etagen (wie z. B. in der Tuffkreide von Maestricht, im Pisolithenkalke, in den Gosauschichten) schon viele thierische Formen auftreten, welche sich, wenn auch nicht specifisch, so doch ihrem allgemeinen Habitus nach, an tertiäre Formen anschliessen. Desungeachtet bietet uns in den Tertiärformationen »das gänzliche Verschwinden der Ammoneen, aller Belemniten, aller Rudisten, der Nerineen, Exogyren, und unter den Fischen das der Cestracionten und Hybodonten, sowie vieler einzelner Geschlechter« eine scharfe paläontologische Gränze gegen die Kreide. Auch bildet das in der ältesten Tertiärbildung Süd-Europas, Süd-Asiens und Nord-Afrika's sofort beginnende massenhafte Auftreten der Nummuliten eine höchst auffallende Erscheinung, durch welche sich solche überall von der unterliegenden Kreideformation unterscheidet.

Was nun zuvörderst die allgemeinen paläontologischen Charaktere der Kreideformation überhaupt betrifft, so ist darüber besonders Folgendes zu bemerken.

I. Pflanzen.

In einer fast ausschliesslich auf dem Meeresgrunde gebildeten Formation lassen sich, wenigstens in grosser Verbreitung, nicht viele andere Pflanzenreste erwarten, als Fucoiden oder marine Algen; nur in der Nähe der Küsten des ehemaligen Kreidemeeres werden auch eingeschwemmte Landpflanzen mehr oder weniger häufig vorkommen. Auch sind schon manche Species von *Caulerpites*, *Münsteria*, *Keckia*, *Chondrites*, *Sphaerococcites*, *Cylindrites* und anderen Fucoiden-Geschlechtern nachgewiesen worden, obgleich einige, wie z. B. *Chondrites Targioni* und *Ch. intricatus*, auch in die Nummulitenformation übergehen und in selbiger weit häufiger auftreten. Die mikroskopischen Algen sind gleichfalls vertreten; Ehrenberg hat in der weissen Kreide, noch mehr aber in den Kreidemergeln und Feuersteinen sehr viele Kieselpanzer von Diatomeen nachgewiesen; als besonders wichtige Geschlechter sind *Xanthidium*, *Coscinodiscus*, *Gaillonella*, *Actinocyclus*, *Dictyocha* und *Navicula* zu nennen, deren Schalen ziemlich häufig vorkommen, desungeachtet aber wohl nimmer als Leitfossilien gelten können.

Unter den Landpflanzen kennt man einige Farnkräuter, zumal aus dem Geschlechte *Pecopteris*, eine *Anomopteris* (*Weichselia* Stiehler) von Quedlinburg, auch baumartige Farnstämme, Palmen und Cycadeen (daher Göppert auf ein tropisches oder doch subtropisches Klima schliesst), besonders aber einige Cupressineen (darunter die im Quadersandstein und Pläner sehr verbreitete *Geinitzia cretacea*), und mehre Abietineen; ferner die Blätter von *Credneria*, einer sehr ausgezeichneten, bereits in mehren Species bekannten Form, welche Hampe mit *Coccoloba* vergleicht*), Blätter von Salicineen, Acerineen, und mancherlei andere, unbestimmte Phylliten und Karpolithen.

Einige der wichtigsten Fundorte cretacischer Pflanzen sind Niederschöna in Sachsen, Trziblitz und Schlan in Böhmen, Kieslingswalde in Schlesien, Quedlinburg und Blankenburg am Harze, Aachen in Rheinpreussen, Beauvais und le Mans. sowie die Insel d'Aix bei la Rochelle in Frankreich. Unter den Fucoiden ist besonders das Geschlecht *Cylindrites* von Interesse, weil die Steinkerne oder Abgüsse des *C. spongioides* im unteren Quadersandsteine Sachsens, Böhmens und Schlesiens ausserordentlich häufig und verbreitet sind. Nach Geinitz würden diese, für den unteren Quader sehr bezeichnenden Formen nicht von Pflanzen, sondern von einem Amorphozoën abstammen, welchen er *Spongites saxonicus* nennt. *Muensteria cylindrica* Otto ist nächst *Cylindrites* der grösste Fucoid aus der Kreideformation.

Unter allen vorgenannten Fundorten von Pflanzen ist Aachen der reichste, wie eine von Debey und v. Ettingshausen, in den Denkschriften der Kais. Ak. der Wiss. B. 16, 1859, S. 131 ff. veröffentlichte Abhandlung gelehrt hat. In den Thon-Einlagerungen des Aachener Sandes haben sich ausserordentlich viele Pflanzenreste gefunden, deren Zahl schon jetzt auf 300 Species gestiegen ist. Nicht selten ist die Epidermis noch erhalten; die Hölzer sind meist verkieselt durch Hornstein, Flint oder Opal, oft auch vererzt durch Eisenoxyd, bisweilen verkieselt und verkohlt zugleich; sehr häufig sind sie durch Bohrmuscheln ausgehöhlt, deren hirsekorn- bis kirschkerngrosse Köpfe oft die ganze Oberfläche bedecken. *Cycadopsis aquisgranensis* ist dort eine ganz allgemein verbreitete Pflanze, während ausserdem fast jeder Fundort seine besonderen Formen aufzuweisen hat. Die meisten Pflanzenreste sind offenbar als ein Strandkehricht eingeschwemmt worden, selbst die Algen.

Die Gesammtzahl aller aus der Kreideformation bekannten Pflanzen lässt sich nach v. Ettingshausen auf 500 Species veranschlagen, unter welchen sich 46 Fucoiden befinden.

II. Thiere.

Weit zahlreicher und manchfaltiger als die pflanzlichen sind die thierischen Ueberreste der Kreideformation, auf welchen daher die Erkennung der Formation überhaupt und die Unterscheidung ihrer einzelnen Etagen wesentlich beruht.

1. Amorphozoën. Sie erscheinen in grosser Menge und Manchfaltigkeit. so dass nächst der Juraformation die Kreideformation als die Hauptniederlage vorweltlicher Spongiten zu betrachten ist. In der Neocombildung und im Gault

---

*) Botanische Zeitung, 1850, S. 160. Eine ausführliche Arbeit über die Gattung *Credneria*, von welcher er die Gattung *Ettingshausenia* trennt, gab Stiehler in *Palaeontographica*, V. 1857, S. 47 ff.; dort wird auch das schöne, an *Anomopteris* erinnernde Farnkraut vom Langenberge bei Quedlinburg als eine neue Gattung unter dem Namen *Weichselia* eingeführt.

kennt man nur wenige; dagegen sind die Cenoman-, die Turonbildung und die Senonbildung als die eigentliche Heimath der cretacischen Amorphozoën zu betrachten.

Dort finden sich viele Species von *Manon*, *Siphonia* und *Scyphia*, von *Coscinopora*, *Guettardia*, *Ventriculites*, *Choanites*, *Coeloptychium*, und zahlreiche andere Spongiten, welche Alc. d'Orbigny unter besonderen generischen Namen eingeführt hat.

2. Foraminiferen. Die zierlichen, meist mikroskopischen Schalen dieser Thiere sind es, welche nach Ehrenbergs Untersuchungen einen sehr wesentlichen Antheil an der Bildung der weissen Kreide nehmen (S. 985), und auch in den Mergeln der Kreideformation, theils in mikroskopischen, theils in grösseren Formen sehr häufig auftreten. Schon die Neocombildung ist nicht arm an ihnen; weniger häufig erscheinen sie im Gault; besonders reich aber sind die Turonbildung (zumal in ihren unteren Etagen) und die Senonbildung, also diejenigen beiden Abtheilungen der Formation, welche als die gewöhnliche Heimath der Kreidemergel und der weissen Kreide zu betrachten sind. Unter den grösseren Foraminiferen gewinnen die Orbitulinen deshalb eine besondere Wichtigkeit, weil sie früher oft mit Nummuliten verwechselt worden sind und dadurch die Angaben veranlasst haben, dass auch in cretacischen Schichten Nummuliten vorkommen.

Aber auch die Glaukonitsande, sowie die glaukonitischen Sandsteine, Kalksteine und Mergel lassen in vielen ihrer Glaukonitkörner, und namentlich in den flaschenförmigen, retortenförmigen, nierförmigen, halbmondförmigen, spatelförmigen, sichelförmigen, helmförmigen u. s. w. die Formen von Steinkernen verschiedener Foraminiferen erkennen, wie Ehrenberg gezeigt hat.

Dass jedoch keineswegs alle Glaukonitkörner diese Formen besitzen, und dass sich der Glaukonit als Versteinerungs-Material nur eben so wie der Flint, der Pyrit und andere Mineralien verhält, und häufig nur gewöhnliche Concretionsformen von kugeligen, traubigen, nierförmigen und knolligen Gestalten mit gekörnter oder runzeliger Oberfläche bildet, diess hat Reuss hervorgehoben. Es findet also durchaus keine nothwendige Beziehung zwischen Glaukonit und den organischen Formen der Foraminiferen Statt. Derselbe verhält sich eben nur wie jedes andere Versteinerungs-Material und »die demselben zugetheilte Prärogative, auf unerklärliche Weise stets die Formen von Foraminiferen annehmen zu müssen, verschwindet von selbst«. Sitzungsber. der Kais. Ak. der Wiss., B. 40, 1860, S. 168 ff. Dennoch bleibt es merkwürdig, dass bis jetzt nur diese Formen erkannt wurden.

Uebrigens hat sich Reuss um die Kenntniss der Foraminiferen der Kreideformation ganz besonders verdient gemacht. So hat er z. B. aus dem westphälischen Territorio nicht weniger als 151, aus der Kreide von Rügen 39, aus der sogenannten Tuffkreide von Maestricht 43, und aus den Gosauschichten 34 Species nachgewiesen. A. a. O. B. 44, 1861, S. 324 und 333, und Beiträge zur Charakteristik der Kreideschichten in den Ostalpen, 1854, S. 63.

3. Korallen. Während in der Neocombildung nicht wenige, im Gault aber nur einige kleinere Formen bekannt sind, so finden sich besonders in der Turonbildung und Senonbildung aus vielen Geschlechtern und Species zahl-

reiche Ueberreste von Korallen, welche zwar gewöhnlich an einzelnen Localitäten, jedoch nur selten zu eigentlichen Korallenbänken angehäuft sind.

Die Geschlechter *Trochocyathus, Ellipsosmilia, Placosmilia, Trochosmilia, Montlivaltia, Microbacia, Astrocoenia, Phyllocoenia, Cryptocoenia, Stephanocoenia, Synastraea, Polytrema, Maeandrina, Cyclolites* und *Diploctenium* sind vorzüglich vertreten. — Als einige der wichtigsten Fundorte von Korallen sind Essen in Westphalen, Gosau, Faxöe in Seeland, Maestricht, besonders aber viele Gegenden in Frankreich zu nennen, wie Chenay (Yonne), le Mans (Sarthe), Isle d'Aix und Isle Madame an der Westküste bei la Rochelle, Uchaux (Vaucluse), Martigues (Bouches du Rhône) u. a.

4. Echinodermen. Die Krinoiden, Ophiuriden und Asteriaden werden nur durch wenige Formen vertreten; doch lassen sich unter den ersteren *Apiocrinus* (oder *Bourguetocrinus*) *ellipticus* und *Marsupites ornatus* als ein paar Leitfossilien des Kreidemergels und der Kreide betrachten. Die Echiniden aber erscheinen in einer äusserst reichhaltigen Entwickelung der Geschlechter, Species und Individuen. Besonders zu erwähnen sind die Geschlechter *Cidaris, Salenia, Cyphosoma, Arbacia, Discoidea, Galerites, Nucleolites, Pyrina, Cassidulus, Catopygus, Hemiaster, Micraster, Toxaster, Holaster* und *Ananchytes*, welche grossentheils der Kreideformation ganz ausschliesslich angehören, und in einer bedeutenden Anzahl von Species auftreten.

5. Bryozoën. Auch die zierlichen, korallenähnlichen Ueberreste der Bryozoën spielen in der Kreideformation eine wichtige Rolle; namentlich sind die weisse Kreide und deren Feuersteine, sowie die Tuffkreide von Maestricht sehr reich daran, wogegen die Neocombildung und der Gault nur wenige hierher gehörige Formen aufzuweisen haben.

Eine besondere Wichtigkeit erlangen unter den Eschariden die Geschlechter *Cellaria, Vincularia, Eschara, Escharites, Siphonella, Cellepora* (und seine verschiedenen Subgenera) und *Lunulites*; unter den Tubuliporiden *Tubulipora, Cresina, Truncatula, Cricopora, Pustulipora* und *Retepora* mit seinen verwandten Geschlechtern; unter den Cerioporiden *Defrancia, Zonopora, Ceriopora* und *Spinipora*.

6. Brachiopoden. Noch begegnen wir zahlreichen Species aus dem durch alle Formationen hindurchgehenden Geschlechte *Terebratula*, zu welchem auch *Rhynchonella, Terebratella* und andere Subgenera gehören, während die der Kreideformation ausschliesslich oder doch vorzugsweise angehörenden Geschlechter *Magas, Thecidium* und *Crania* nur in wenigen Species vorhanden sind.

7. Rudisten. Diese ganz eigenthümliche und völlig ausgestorbene Familie des Thierreiches ist lediglich auf die Kreideformation beschränkt, in welcher ihre Ueberreste nicht selten in erstaunlicher Menge angehäuft sind. Besonders sind es die beiden Geschlechter *Hippurites* und *Sphaerulites*, welche oft ganze Schichten zusammensetzen, in denen ihre Individuen, wie Korallenstämme, dicht gedrängt neben einander stehen. So bilden sie die eigentlichen Hippuriten- und Sphaeruliten-Kalksteine, oder besser und allgemeiner die Rudisten-Kalksteine, welche ganz vorzüglich im Gebiete der Ceno-

man- und Turonbildung auftreten, obwohl sie auch schon in der Neocombildung und noch in der Senonbildung bekannt sind*).

Alcide d'Orbigny unterschied daher vier sogenannte Rudistenzonen, welche in verschiedenen Niveaus liegen, indem die erste der Neocombildung, die zweite und dritte der Cenomanbildung und Turonbildung (dem *Cénomanien* und *Turonien*), und die vierte der Senonbildung angehört. Als die wichtigsten Geschlechter dieser, die Kreideformation in allen Fällen bezeichnenden Familie sind, ausser *Hippurites*, *Sphaerulites* und *Radiolites*, noch *Caprotina* und *Caprina* namhaft zu machen.

8. Conchiferen. Sie sind sehr zahlreich vertreten; eine vorzügliche Wichtigkeit erlangen, durch die grosse Anzahl von charakteristischen Species, die Geschlechter *Ostrea*, *Exogyra*, *Spondylus*, *Pecten* mit *Neithea*, *Lima*, *Inoceramus*, *Trigonia*, *Cardium*, *Arca* und *Nucula*; auch viele andere Geschlechter, wie *Perna*, *Pinna*, *Plicatula*, *Pholadomya*, *Corbis*, haben einzelne, zum Theil sehr bezeichnende Species geliefert.

9. Gastropoden. Aus dieser Abtheilung der Mollusken sind im Allgemeinen verhältnissmässig weniger Formen zu erwähnen, obgleich die obere Kreideformation in gewissen Territorien auch an ihnen recht reich befunden worden ist. Besonders hervorzuheben sind etwa die Geschlechter *Dentalium*, *Rostellaria*, *Natica*, *Solarium*, *Pleurotomaria*, *Actaeonella*, *Nerinea* und *Turritella*; dazu gesellen sich in einigen Territorien oder Etagen viele Species von Geschlechtern, welche man ausserdem nur in tertiären Bildungen häufiger anzutreffen gewohnt ist, z. B. von *Voluta*, *Pyrula*, *Fusus* und *Cerithium*, was mitunter zu falschen Deutungen Veranlassung gegeben hat (Gosauschichten, Pisolithenkalk), aber natürlich hier, am Ende der Secundärformationen, nicht weiter befremden kann.

10. Cephalopoden. Eine ganz vorzügliche Bedeutung gewinnt in der Kreideformation die Familie der Ammoneen, welche hier die grösste Manchfaltigkeit ihrer Entwickelung, aber auch zugleich ihr Ende erreicht hat; denn höher aufwärts, in den tertiären Formationen und weiterhin, ist noch niemals ein Ammonit, oder überhaupt eine den Ammoneen angehörige Form gesehen worden; ja, die eigentlichen Ammoniten werden schon in der weissen, feuersteinreichen Kreide gänzlich vermisst. Dagegen ist in den tieferen Etagen, und namentlich in der unteren Kreideformation ihre Anzahl noch sehr gross; zu ihnen gesellen sich nun aber jene merkwürdigen Geschlechter, welche theils noch in einer Ebene, jedoch mit abstehenden Umgängen, oder nur bogenförmig, oder auch in zwei entgegengesetzten Richtungen, theils spiral-

*) Doch sind sie in solcher Menge nur in den südeuropäischen Territorien der Kreideformation vorhanden, während sie im nördlichen Teutschland und Frankreich, sowie in England nur sparsam und in kleinen Species auftreten; ein Verhältniss, aus welchem Ewald schliesst, dass schon während der Kreideperiode klimatische Verschiedenheiten walteten; die Rudisten sind gewissermaassen den riffbauenden Korallen zu vergleichen, welche ebenfalls ein wärmeres Klima fordern. Monatsberichte der Kön. Ak. der Wiss. in Berlin, 1856, S. 596 f.

schraubenförmig aufgewunden, theils nur hakenförmig gekrümmt, theils auch ganz geradlinig ausgestreckt sind. Alle diese, von den eigentlichen Ammoniten so abweichenden Formen, zu denen die Geschlechter *Crioceras*, *Ancyloceras, Toxoceras*, *Scaphites*, *Turrilites*, *Hamites*, *Ptychoceras* und *Baculites* gehören, sind mit wenigen Ausnahmen ein so ausschliessliches Eigenthum der Kreideformation, dass sie als höchst charakteristische cretacische Fossilien gelten müssen. — Auch das Geschlecht *Nautilus* ist noch in mehren Species vorhanden, die Belemniten aber erscheinen, wenn auch minder zahlreich als in der jurassischen Formationsgruppe, so doch noch häufig genug, und zum Theil in ganz eigenthümlichen Formen; wie denn namentlich die Gattung *Belemnitella* für die Senonbildung sehr bezeichnend ist.

11. Gliederthiere. Aus dieser Abtheilung des Thierreiches erlangen die Cirripeden hier zuerst*) einige Wichtigkeit, indem die beiden Geschlechter *Scalpellum* und *Pollicipes* mit ziemlich vielen Arten in der Kreideformation bekannt sind. Von Crustaceen verdienen viele Cytherinen und einige Dekapoden oder Krebse genannt zu werden, von welchen letzteren namentlich *Clytia Leachii* und *Mesostylus antiquus* eine ziemliche Verbreitung gewinnen, während andere Krebse nur mehr an einzelnen Fundorten vorgekommen sind. Von Würmern sind es besonders mehre Species des Geschlechtes *Serpula*, deren Ueberreste nicht selten angetroffen werden.

12. Fische. Mit Ausnahme eines Vogels sind die Fische und die Reptilien diejenigen beiden Classen der Wirbelthiere, aus denen bis jetzt allein Ueberreste in der Kreideformation nachgewiesen wurden. Doch ist die Zahl der cretacischen Fische jetzt nicht mehr so gross, seitdem die bekannten fischreichen Schiefer von Glarus der Nummulitenformation zugewiesen worden sind. Die Geschlechter *Corax*, *Odontaspis*, *Oxyrhina*, *Otodus*, *Ptychodus*, *Macropoma*, *Osmeroides*, *Staurocephalus*, *Enchodus* und *Beryx* dürften als diejenigen zu betrachten sein, deren Ueberreste bis jetzt am häufigsten vorgekommen sind. Zähne und Schuppen bilden bei weitem den gewöhnlichsten Bestand dieser Reliquien.

13. Reptilien. Zwar weniger zahlreich, als in der Lias- und Juraformation, sind doch auch in der Kreideformation die Ueberreste von mancherlei Reptilien gefunden worden. Das Geschlecht *Mosasaurus* mit seinen 6 bis 7 Species gehört ihr ausschliesslich an, eben so das Genus *Polyptychodon* und einige andere, zum Theil nur in einzelnen Fragmenten bekannte Geschlechter. Auch scheinen die Pterodaktylen während der cretacischen Periode wenigstens die grössten Dimensionen erlangt zu haben. Einige Schildkröten sind gleichfalls nachgewiesen worden.

---

*) Sollte sich die von Alcide d'Orbigny wiederum aufgenommene Ansicht bestätigen, dass die noch räthselhaften Formen des Genus *Aptychus* von Lepadiden, ähnlich der *Anatifa* [illegible]stammen, dann würden freilich die Cirripeden viel früher zu einer grossen Bedeutung [illegible]ngt sein.

Aus der von Bronn mitgetheilten Zusammenstellung ergiebt sich, dass im Jahre 1851 in den verschiedenen Schichten der Kreideformation von Pflanzen 113 Species in 52 Geschlechtern, von Thieren aber 5138 Species in 545 Geschlechtern bekannt waren. Von diesen letzteren kommt die grösste Zahl auf die Mollusken, nämlich 3101 Species in 195 Geschlechtern, und die nächst grössere Zahl auf die Phytozoën, nämlich 1610 Species in 240 Geschlechtern, darunter 990 Korallen, 273 Amorphozoën und 320 Echinodermen.

§. 429. *Wichtigste Leitfossilien der Neocombildung und des Gault.*

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass einige Species fast durch die ganze Kreideformation hindurchgehen, und dass nicht wenige Species in zwei oder drei Haupt-Abtheilungen zugleich vorhanden sind*), wie denn namentlich die Turonbildung und die Senonbildung eine grosse Anzahl von gemeinschaftlichen Species zu beherbergen scheinen. Desungeachtet aber werden doch die fünf Hauptgruppen der Formation durch viele, ihnen ganz eigenthümliche Fossilien charakterisirt, von welchen auch die meisten so allgemein und so zahlreich ausgebildet sind, dass sie mit allem Rechte als Leitfossilien zur Erkennung und Unterscheidung jener Gruppen benutzt werden können. Dass nun hierbei den Phytozoën und Mollusken, ihres besonders häufigen Vorkommens wegen, eine vorzügliche Berücksichtigung gebührt, diess bedarf wohl keiner weiteren Erörterung, weil die weit seltener vorkommenden Ueberreste von Gliederthieren und Wirbelthieren überhaupt nur wenige Leitfossilien bieten.

A. Wichtigste Fossilien der Neocombildung.

Foraminiferen. Die Neocombildung ist nach Reuss auch durch ihre Foraminiferen sehr bestimmt charakterisirt, indem kaum eine ihrer Species auch in den Gault oder in noch höhere Etagen übergeht. Es sind besonders Species von *Vaginulina, Frondicularia, Cristellaria* und *Rhabdogonium*, welche Gattungen auch im Gault vorwalten; allein die Species sind alle eigenthümlich. Sitzungsber. der Kais. Ak. der Wiss., B. 40, 1860, S. 164 Anm.

Korallen und Bryozoën. Von den hierher gehörigen Fossilien, welche Alcide d'Orbigny und A. Römer anführen, wollen wir nur folgende namhaft machen, die sowohl in Frankreich als auch in Teutschland vorkommen:

Astraea Leunissii Röm. = *Synastraea Leun.* Edw.
Anthophyllum explanatum Röm. = *Polyphyllia expl.* Orb.
Ceriopora arborea Dunk.
. . . . . *tuberosa* Röm. = *Polytrema tuberosum***) Orb.

Echinodermen. Aus dieser Classe sind es besonders einige Echiniden, deren Ueberreste als sehr wichtige Leitfossilien der Neocombildung gelten müssen; dahin gehören vor allen:

Toxaster complanatus Ag. = *Spatangus retusus* Lam., überall in den unteren Etagen der Neocombildung.

*) Vergl. Lethäa, 3. Aufl. V, S. 18 und 19.
**) Das Wort *Polytrema* ist nothwendig ein Neutrum.

Pyrina pygaea Des.; Frankreich, Schweiz, Teutschland.
Toxaster Campichei Des.
Disaster ovulum Ag.
Nucleolites Olfersi Ag.
Discoidea macropyga Ag. = *Holectypus macr.* Des., sehr verbreitet.
Diadema rotulare Ag., häufig in Frankreich und in der Schweiz.
. . . . *Bourgueti* Ag.
Cidaris clunifera Ag., Stacheln sehr verbreitet.
. . . *punctata* Röm. = *Cid. vesiculosa* Ag. non Goldf., noch häufiger.
. . . *variabilis* Dunk.
Holaster l'Hardyi Dub. ist gleichfalls ein sehr verbreitetes Fossil, wie denn auch mehre Species von *Pygurus*, *Peltastes* u. a. vorkommen.

Rudisten. Die oberen Etagen der Neocombildung sind in mehren Ländern, wie in Frankreich, Savoyen, in der Schweiz und auch in England durch das Auftreten von Caprotinen ausgezeichnet, welche in Frankreich und Savoyen, zugleich mit ein paar Species von *Radiolites* und *Caprinella*, d'Orbigny's erste Rudistenzone bilden; die wichtigsten Species sind:

Caprotina ammonia Orb. = *Requienia amm.* Orb. = *Chama amm.* Goldf., äusserst charakteristisch*).
. . . . . *Lonsdalii* Orb. = *Requienia carinata* Math. = *Diceras Lonsdalii* Sow.
Radiolites neocomensis Orb.

Brachiopoden. Hier sind es mehre Species von *Terebratula* und *Rhynchonella*, welche als Leitfossilien wichtig werden; zu ihnen gesellen sich noch ein paar andere aus höheren Etagen.

Terebratula diphya Buch; diese jurassische Terebratel kommt auch in der Neocombildung vor, von wo sie Alcide d'Orbigny als *T. diphyoides* aufführt.
. . . . . *faba* Sow.; Frankreich, England, Teutschland.
. . . . . *oblonga* Sow. = *Terebratula oblonga* Orb.; nach v. Strombeck variirt sie sehr, und geht über in *T. Puschiana*.
. . . . . *semistriata* Defr.
. . . . . *Puschiana* Röm. = *T. reticulata* Orb., ist nach v. Strombeck nur eine Varietät von *T. oblonga*.
. . . . . *sella* Sow. häufig.
. . . . . *praelonga* Sow. ist im Profil sehr schmal.
Rhynchonella depressa Orb. = *Terebratula depr.* Sow.
. . . . . . *lata* Orb. = *Terebratula lata* Sow.
Waldheimia tamarindus Dav. = *Terebr. tamarindus* Sow.

Conchiferen. Sie liefern mehre sehr ausgezeichnete Formen, welche zum Theil im hohen Grade charakteristisch für die Neocombildung sind; dahin gehören besonders *Exogyra Couloni*, *Pecten crassitesta*, *Perna Mulleti* und *Pholadomya elongata*, zu denen sich noch manche andere Formen gesellen.

Ostrea macroptera Sow.
Exogyra Couloni Orb. = *Exog. sinuata* Sow.
. . . . *aquila* Orb.
. . . . *Boussingaulti* Orb.
. . . . *Tombeckiana* Orb.

*) Nach Bayle gehört diese Species wirklich zur Gattung *Chama*.

Pecten crassitesta Röm. wird sehr gross.
. . . *striatopunctatus* Röm.
Neithea atava Orb. = *Janira atava*, ist sehr ähnlich, wo nicht identisch, mit *Neithea quinquecostata*.
Plicatula placunea Lam., auch im Gault.
Gervillia anceps Desh.
Perna Mulleti Desh.
Lima Carteroniana Orb.
. . . *Tombeckiana* Orb.
. . . *longa* Röm.
Pholadomya elongata Münst.
Trigonia longa Ag.
. . . . *caudata* Ag.
Panopaea neocomensis Ag.
Thracia Phillipsi Röm., auch im Gault.
Thetis minor Sow.; im untern Grünsand, auch im Gault.
Arca Gabrielis Orb.; Frankreich, England, Südamerika.
Corbis corrugata Orb.
. . . *cordiformis* Orb.
Corbula striatula Sow., auch im Gault; sonst *C. cordiformis*.
Cardium peregrinum Orb., sehr ähnlich dem *C. Hillanum*.
. . . . *Voltzi* Leym.
Venus Dupiniana Orb.

Gastropoden. Die Zahl der Gastropoden ist weit geringer, als die der Conchiferen, und unter ihnen giebt es nur wenige, die als Leitfossilien gelten können; einige der wichtigsten sind die folgenden:

Natica sublaevigata Orb.
. . . *gaultina* Orb. und *Natica Clementina* Orb., welche dem Gault angehören, scheinen auch in der Neocombildung vorzukommen.
Pleurotomaria neocomensis Orb. geht in den Gault, und vielleicht noch höher hinauf.
Rostellaria Robinaldina Orb.
Pteroceras Pelagi Brong.

Cephalopoden. Sie sind sehr zahlreich, und erscheinen z. Th. in ganz merkwürdigen Formen, wie *Ptychoceras, Ancyloceras, Crioceras, Toxoceras*, welche der Neocombildung eigenthümlich sind; von Ammoniten führt d'Orbigny nicht weniger als 84 Species auf. Unter den Belemniten sind die sehr comprimirten Species besonders auffallend. Bei der Auswahl der Species haben wir so weit als möglich auch die von v. Hauer in den Alpen und von De Zigno in Oberitalien hervorgehobenen Formen berücksichtigt.

Ptychoceras Emericianus Orb.
Baculites neocomensis Orb.
Ancyloceras pulcherrimus Orb.; nach d'Orbigny kommen noch 18 andere Species vor, unter denen sich auch die sogleich als *Crioceras Emerici* aufgeführte Form befindet.
Crioceras Duvalii Leveillé.
. . . . *plicatilis* Orb.
. . . . *Emerici* Orb., später wurde diese Form von d'Orbigny als *Ancyloceras Emerici* aufgeführt.
Scaphites Ivanii Puzos

Ammonites radiatus Brug. = *Amm. asper*, äusserst verbreitet.
. . . . . *cryptoceras* Orb.
. . . . . *Grasianus* Orb., höchst bezeichnend.
. . . . . *Astierianus* Orb.; in der Provence und Schweiz, in Braunschweig, im Biancone Italiens.
. . . . . *semistriatus* Orb. = *A. Thetys* Orb. häufig.
. . . . . *tatricus* Pusch wird häufig auch aus der Neocombildung angegeben.
. . . . . *Leopoldinus*, *A. difficilis*, *A. Dumasianus*, *A. Gevrilianus*, und andere sind ebenfalls recht verbreitete Species.
. . . . . *Decheni* Röm.
Nautilus pseudoelegans Orb., sehr verbreitet.
Belemnites subfusiformis Rasp.
. . . . . *bipartitus* Cat.
. . . . . *pistilliformis* Blainv., im oberen Hils.
. . . . . *semicanaliculatus* Blainv.
. . . . . *subquadratus* Röm., im unteren und mittleren Hils.
. . . . . *latus* Blainv.
. . . . . *dilatatus* Blainv., höchst charakteristisch.
Aptychus Didayi Coq., sehr wichtig in den Alpen.

B. Wichtigste Fossilien des Gault.

Korallen. Unter den wenigen Korallen, welche man bis jetzt im Gault kennen gelernt hat, verdient fast nur der kleine *Trochocyathus conulus* Edw. als eine, sowohl in Frankreich wie auch in England bekannte Form genannt zu werden, welche aber wohl auch noch in der Cenomanbildung vorkommt.

Foraminiferen. Hier ist vor allen die *Orbitulina lenticularis* Orb. (oder *Orbitulites lenticularis* Bronn) zu nennen, welche im Gault bei Bellegarde, in den schwarzen Kalksteinen von Appenzell und in anderen Gegenden der Alpen so häufig vorkommt, dass sie ganze Schichten bildet. Uebrigens sind nach Reuss die Foraminiferen des Gault grösstentheils verschieden von denen der oberen Kreideformation, und durchaus verschieden von jenen der Neocombildung.

Echinodermen. Von ihnen erlangen einige im südöstlichen Frankreich und in der Schweiz vorkommende Echiniden eine ziemliche Wichtigkeit, wie insbesondere die nachstehend genannten:

Tetragramma Brongniarti Ag. = *Diadema Brong.* Ag.
Holaster laevis Ag.
Discoidea rotula Ag.
Galerites castanea Ag.
Micraster oblongus Ag. soll gleichfalls nicht selten sein.

Brachiopoden. Es sind besonders einige Species von *Terebratula* zu erwähnen, obgleich dieses Geschlecht hier weniger als in der Neocombildung vertreten zu sein scheint, das Maximum seiner Entwickelung aber erst höher aufwärts erlangt hat.

Terebratula Dutempleana Orb.
. . . . . *Astieriana* Orb. = *Terebratella Ast.* Orb.
. . . . . *sulcata* Park. = *Rhynchonella sulc.* Orb.
. . . . . *sella* Sow. soll auch im Gault vorkommen.
. . . . . *Moutoniana* Orb., häufig im nordwestlichen Teutschland.
. . . . . *hippopus* Orb.
. . . . . *antedichotoma* Orb.

Rudisten sind bis jetzt im Gault noch **nicht** beobachtet worden.

Conchiferen. Besonders wichtig und sehr bezeichnend für den Gault sind *Plicatula placunea* und *radiola*, *Inoceramus sulcatus* und *concentricus*, *Ostrea aquila* und *Trigonia aliformis*; dazu gesellen sich noch einige andere Formen, so dass überhaupt etwa folgende hervorzuheben sein dürften:

Plicatula placunea Lam.
. . . . *radiola* Lam.
Thracia Phillipsi Röm.
Thetis minor Sow.
Pecten Dutemplei Orb.
. . . *orbicularis* Sow., auch in der Cenomanbildung.
Neithea albensis Orb. ist sehr ähnlich der *Neithea quinquecostata*.
Panopaea inaequivalvis Orb. = *Myopsis inaeq.* Ag.
. . . . . *plicata* Orb., ist sehr ähnlich der *P. gurgitis*.
Corbula elegans Sow.
. . . . *striatula* Sow.
Inoceramus sulcatus Park., sehr bezeichnend.
. . . . . *concentricus* Park., desgleichen.
Ostrea aquila Orb.
Avicula gryphaeoides Sow.
. . . . *aptiensis* Orb.
Mya elongata Röm.
Nucula bivirgata Fitt.
. . . . *subrecurva* Phill.
. . . . *ovata* Mant.
. . . . *pectinata* Sow.
. . . . *Cornueliana* Orb.
Arca fibrosa Orb. = *Cucullaea fibr.* Sow. und *Cuc. glabra?* Sow.
. . . *carinata* Sow.
Cardita tenuicosta Orb. = *Venericardia ten.* Sow.
Trigonia aliformis Park., auch in der Cenomanbildung.

Gastropoden. Die Anzahl derselben ist ziemlich bedeutend, doch scheinen nur wenige eine grosse Verbreitung zu erlangen; einige der wichtigsten Formen sind:

Dentalium decussatum Sow.
Avellana incrassata Orb. später *Av. subincrassata* Orb.
Rostellaria Parkinsoni Orb., später von d'Orbigny als *R. costata* Mich. aufgeführt.
. . . . . *calcarata* Sow.
. . . . . *carinata* Mant. kommt ebenfalls in Frankreich und England vor.
Cerithium aptiense Orb. = *C. tuberculatum* Forb.
Pleurotomaria gurgitis Orb. später *Pl. Gibsii* Orb.
Natica gaultina Orb. = *N. canaliculata* Sow.?
. . . . *Clementina* Orb.
Solarium ornatum Fitt.
. . . . *moniliferum* Mich.
. . . . *conoideum* Fitt.
Scalaria Clementina Orb.
. . . . *Dupiniana* Orb. ist der vorigen sehr ähnlich, jedoch viel dicker, und kommt auch im Pläner vor.

Cephalopoden. Sie erscheinen noch in grosser Anzahl und Manchfaltigkeit. Alcide d'Orbigny giebt 82 Species von Ammoniten an; dazu gesellen sich

mehre Species von *Ancyloceras, Helicoceras, Turrilites* und *Hamites,* welche letzteren besonders bezeichnend sind. Von *Nautilus* sind nicht viele Species bekannt, unter welchen *N. plicatus* Sow. und *N. Clementinus* Orb. die gewöhnlichsten sein dürften; das Geschlecht *Belemnites* wird nur durch ein paar Species vertreten. Einige der wichtigsten Formen sind:

Turrilites catenatus Orb.
. . . . *Bergeri* Brong.
. . . . *Puzosanus* Orb.
Hamites attenuatus Sow.
. . . . *alternatus* Phill.
. . . . *virgulatus* Brong.
. . . . *rotundus* Sow.
. . . . *armatus* Sow.
. . . . *intermedius* Sow.
Ancyloceras; die meisten dieser Formen sind sonst als Hamiten aufgeführt worden; die wichtigsten Species dürften *A. Matheronianus, A. gigas* und *A. simplex* sein.
Toxoceras Royerianus Orb., häufig im nordwestlichen Teutschland.
Ammonites splendens Sow.
. . . . . *Lyellii* Leym.
. . . . . *Beudanti* Brong.
. . . . . *Milletianus* Orb.
. . . . . *mamillatus* Schloth.
. . . . . *fissicostatus* Phill.
. . . . . *interruptus* Orb. = *A. Delucii* Brong.
. . . . . *inflatus* Sow.
. . . . . *Nisus* Orb. ist ebenfalls in Frankreich, England und Teutschland bekannt, zugleich mit *A. Martini* und *Deshayesi.*
. . . . . *lautus* Park., nach v. Strombeck im Flammenmergel.
. . . . . *auritus* Sow., desgleichen.
. . . . . *Mayorianus* Orb., desgleichen, aber auch in der Cenomanbildung.
. . . . . *tardefurcatus* Orb., im nordteutschen Speetonclay.
Belemnites minimus List. ist fast der einzige sehr charakteristische Belemnit des Gault, und kommt nach v. Strombeck im Thone unter den Flammenmergeln oft massenhaft vor.
. . . . . *semicanaliculatus* Blainv. = *subfusiformis* Rasp. nach v. d. Marck.
. . . . . *brunsvicensis* Stromb.
. . . . . *Ewaldi* Stromb.

§. 430. *Wichtigste Fossilien der Cenomanbildung, Turonbildung und Senonbildung.*

Die obere Kreideformation ist zwar im Allgemeinen viel reicher an organischen Ueberresten, als die untere; allein die paläontologische Sonderung ihrer drei Abtheilungen bleibt noch immer mit manchen Schwierigkeiten verbunden; denn obgleich Alcide d'Orbigny in seiner bewunderungswerthen Bearbeitung der französischen Kreideformation die Bahn gebrochen hat, so können doch seine Angaben über die ausserhalb Frankreich liegenden Territorien nicht immer ganz zuverlässig sein; auch scheinen selbst über die Deutung mancher

französischen Etagen noch hier und da Zweifel obzuwalten. Sehr viele Species gehören der Cenoman- und Turonbildung, und eben so gehören viele Species der Turon- und Senonbildung gemeinschaftlich an. Desungeachtet wird aber doch eine jede dieser drei Abtheilungen durch eine bedeutende Anzahl von Species charakterisirt, welche ihr fast ausschliesslich zukommen. Um daher eine wiederholte Aufführung vieler Namen zu vermeiden, wollen wir die wichtigsten Species der oberen Kreideformation in dem folgenden Verzeichnisse vereinigen, und das Vorkommen derselben in der Cenoman-, Turon- oder Senonbildung durch Beifügung der Buchstaben C, T und S ausdrücken. So wird es möglich, die vorwaltende Stellung der Species in diesen drei Abtheilungen einigermaassen ersichtlich zu machen*).

Bei dieser Sonderung haben wir, ausser der ausführlichen tabellarischen Uebersicht, welche Geinitz in seinem verdienstlichen Werke: Das Quadersandsteingebirge oder Kreidegebirge in Deutschland, 1849—1850, mitgetheilt hat, vorzüglich die neuesten Arbeiten von F. Römer, v. Strombeck, Reuss benutzt. Dass von uns die teutschen, und insbesondere die westphälischen, subherzynischen, sächsischen und böhmischen Kreideterritorien vorzugsweise berücksichtigt worden sind, diess bedarf wohl in einem teutschen Lehrbuche keiner Entschuldigung.

Die Schwierigkeiten einer Sonderung der oberen Haupt-Abtheilungen der Kreideformation werden übrigens auch von d'Archiac anerkannt, und man kann wohl behaupten, dass diese Abtheilungen im Allgemeinen durchaus nicht so scharf paläontologisch charakterisirt sind, wie die Neocombildung und der Gault, dass diess nur für ihre extremen Etagen, d. h. für die unteren cenomanen, die mittleren turonischen und die oberen senonischen Schichten der Fall ist, während die übrigen Schichten sehr viele Formen gemein haben.

Wichtigste Fossilien der oberen Kreideformation.

Amorphozoën. Sie kommen sowohl in der Cenoman- und Turonbildung, als auch in der Senonbildung in vielen Gattungen und Arten vor, von welchen wir beispielsweise nur die folgenden auswählen:

	Cen.	Tur.	Sen.
Manon peziza Goldf.	C	T	—
. . . *Phillipsi* Reuss	—	T	S
Siphonia piriformis Sow. = *Siph. ficus* Goldf.	C	T	—
. . . . *costata* Bronn	—	T	—
. . . . *cervicornis* Goldf.	—	—	S
Tragos globularis Reuss = *Coscinopora gl.* Orb.	—	T	—
Scyphia infundibuliformis Goldf.	C	T	—
. . . . *angustata* Röm.	—	T	—
. . . . *heteromorpha* Reuss	—	T	—
. . . . *Zippei* Reuss	—	T	—
. . . . *isopleura* Reuss	—	T	—

*) Wir sagen ausdrücklich: »die vorwaltende Stellung einigermaassen ersichtlich zu machen«, denn Schwankungen und Unsicherheiten bleiben immer noch übrig. Es kann nur die Aufgabe eines tüchtigen Paläontologen sein, mehr Sicherheit und Festigkeit in diese Unterscheidungen zu bringen. Da ich weder Paläontolog, noch durch reiche Sammlungen und literarische Hilfsmittel begünstigt bin, so glaube ich wenigstens bei manchen Paläontologen auf eine nachsichtige Beurtheilung rechnen zu können.

	Cen.	Tur.	Sen.
Scyphia subreticulata Münst.	—	T	S
. . . . *radiata* Reuss = *Ventriculites rad.* Mant.	—	T	S
. . . . *fungiformis* Goldf. = *Camerospongia f.* Orb.	—	—	S
Guettardia stellata Mich.	—	—	S
Coeloptychium agaricoides Goldf.	—	—	S

Korallen. Obgleich in der oberen Kreideformation eine recht bedeutende Anzahl von Korallen bekannt ist, so erlaubt uns doch der Raum, nur einige wenige namhaft zu machen. In Teutschland sind besonders die sogenannten Gosaugebilde der Alpen reich an Korallen, von welchen Reuss, in seiner trefflichen Abhandlung: Beiträge zur Charakteristik der Kreideschichten in den Ostalpen (1854, S. 73 ff.), nicht weniger als 140 Arten beschrieben und abgebildet hat.

	Cen.	Tur.	Sen.
Micrabacia coronula Edw. = *Fungia cor.* Goldf.	C	T	—
Cyclolites elliptica Lam. = *Fungia polymorpha* Goldf.	—	T	—
. . . . *undulata* Blainv. = *Fungia und.* Goldf.	—	T	—
Parasmilia centralis Edw. = *Turbinolia cent.* Röm.	—	T	S
Trochocyathus conulus Mich. = *Turbinolia parvula* Reuss	—	T	—
Synhelia gibbosa Edw. = *Oculina gibb.* Reuss	—	T	—
Thamnastraea agaricites Edw. = *Astraea ag.* Goldf.	—	T	—
Diploctenium cordatum Goldf.	—	—	S

Foraminiferen. Bei der grossen Bedeutung, welche die Foraminiferen in der oberen Kreideformation gewinnen, deren Gesteine ja zum Theil wesentlich von ihren Ueberresten gebildet werden, glauben wir wenigstens einige von diesen Formen nennen zu müssen, welche grösstentheils nicht nur in der weissen Kreide, sondern auch im Kreidemergel und Pläner sehr häufig vorkommen, und auch theilweise durch grössere Dimensionen ausgezeichnet sind.

	Cen.	Tur.	Sen.
Dentalina annulata Reuss	—	T	S
Marginulina ensis Reuss	—	T	S
Frondicularia inversa Reuss, Pläner	—	T	S
. . . . . . *angusta* Nils., Pläner, Gosausch., Kreide	—	T	S
. . . . . . *Cordai* Reuss, Pläner, Gosausch.	—	T	—
Flabellina cordata Reuss	C	T	—
Nodosaria Zippei Reuss, häufig im Pläner	—	T	S
Flabellaria cordata Reuss, Quader, Pläner, Kreide	C	T	S
. . . . . *rugosa* Orb., Pläner, Gosausch., Kreide	—	T	S
Cristellaria rotulata Lam., desgleichen, auch im Gault	C	T	S
Rosalina marginata Reuss, Pläner, Gosausch.	—	T	S
Rotalina umbilicata Orb., Pläner, weisse Kreide	—	T	S
Haplophragmium irregulare Reuss, sehr verbreitet	C	T	S
Globigerina cretacea Orb., desgleichen	—	T	S
Bulimina variabilis Orb., desgleichen	—	T	S
. . . . *ovulum* Reuss, desgleichen	—	T	S
Gaudryina rugosa Orb., desgleichen	—	T	S
Bolivina tegulata Reuss, Pläner und oberer Kreidemergel	—	T	S
Textilaria praelonga Reuss, Pläner und Gosausch.	—	T	—
Siderolithes calcitrapoides Bronn, Tuffkreide von Maestricht	—	—	S
Omphalocyclus macroporus Bronn = *Orbitulites m.* Defr., desgl.	—	—	S
Orbitulina lenticularis Orb.; es ist wohl noch zweifelhaft, ob dieses im Gault sehr häufige Fossil auch wirklich in der weissen Kreide vorkommt	—	—	S

Echinodermen. In dieser Classe spielen besonders die Echiniden eine sehr wichtige Rolle, während die Krinoiden nur sparsam vertreten sind. Von den Cidariden kommen theils Stacheln, theils Schalen vor, welche, eben so wie die Schalen der übrigen Echiniden, gewöhnlich durch Kalkspath petrificirt sind; ausserdem gehören Steinkerne, welche von Flint oder Hornstein, von Sandstein, Kalkstein oder Kreide gebildet werden, zu den häufigen Vorkommnissen. Einige der wichtigsten Species sind die folgenden:

	Cen.	Tur.	Sen.
Cidaris vesiculosa Goldf., Stacheln sehr verbreitet	C	T	S
. . . *variolaris Brong. = Tetragramma Brongniarti Ag.*	—	T	—
. . . *clavigera Mant.*, Stacheln häufig	—	T	S
Salenia petalifera Ag.	C	—	—
Cyphosoma Milleri Ag. = Cidaris granulosa Goldf.	—	T	S
Diadema Michelini Ag.	C	—	—
Pseudodiadema ornatum Goldf.	C	—	—
Arbacia granulosa Ag. = Echinus granulosus Münst.	C	—	—
Discoidea cylindrica Ag. = Galerites cyl. Lam.	C	—	—
. . . . . *subuculus Ag. = Galerites sub. Goldf.*	C	T	—
Galerites abbreviatus Lam. = Gal. vulgaris Goldf.	—	—	S
. . . . *albogalerus Lam.*	—	T	S
. . . . *subrotundus Ag.*	—	T	—
Caratomus rostratus Ag.	C	—	—
. . . . . *pulvinatus Des.*	C	—	—
. . . . . *peltiformis Ag.*	—	—	S
Cassidulus lapis cancri Lam.; kleine, ausgez. höckerige Form	—	T	S
Catopygus carinatus Ag. = Nucleolites car. Goldf.	C	—	—
Hemiaster bufo Des. = Spatangus bufo Brong.	C	—	—
. . . . . *Griepenkerli Stromb.*	C	—	—
Micraster cor anguinum Ag. = Spatangus c. a. Goldf.	—	T	S
Holaster carinatus Orb.	C	—	—
. . . . *subglobosus Ag.*	C	T	—
Ananchytes ovatus Lam.	—	T	S
Hemipneustes radiatus Ag.	—	—	S
Asterias quinqueloba Goldf., meist nur in Fragmenten	—	T	S
Bourgetocrinus ellipticus Orb. = Apiocrinus ell. Mill.	—	T	S
Pentacrinus Bronni Hag., Stielglieder im Flint	—	—	S
. . . . . *Agassizi Hag.*, desgleichen	—	—	S
Marsupites ornatus Mant., oft spitz kegelförmig	—	—	S

Bryozoën. Die feinen, niedlichen Gehäuse dieser geselligen Mollusken, über welche v. Hagenow, Reuss und d'Orbigny vortreffliche Arbeiten geliefert haben, kommen besonders häufig und manchfaltig, also in einer grossen Anzahl von Gattungen und Arten, in der weissen Kreide und in der gelben Tuffkreide von Maestricht vor, sind also grösstentheils senonisch, obgleich auch die Cenoman- und die Turonbildung nicht wenige geliefert haben. Indem wir auf das Werk v. Hagenow: Die Bryozoën der Maestrichter Kreidebildung, Cassel 1851, auf dessen Abhandlung im Neuen Jahrb. der Min. 1839, S. 252 ff., und auf das Werk von Reuss: Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation 1846, verweisen, bemerken wir nur noch, dass die beiden Gattungen *Cellepora* und *Eschara* ganz besonders zahlreich vertreten sind, während auch die Gattungen *Diastopora, Pustulipora, Idmonea, Ceriopora, Vincularia* u. a. ein bedeutendes Contingent stellen.

Rudisten. Die obere Kreideformation ist es, in welcher die Rudisten ihre reichhaltigste Entwickelung gefunden haben; doch war diess mehr in den südeuropäischen Territorien der Fall, wo die Radioliten, die Sphäruliten und Hip-

puriten millionenweise vorkommen, und oft ganze Schichten, die Rudisten-Kalksteine, zusammensetzen, wogegen in den nördlicher gelegenen Territorien die Rudisten mehr sporadisch und seltener angetroffen, ja oft gänzlich vermisst werden. Dass die verschiedenen Species an bestimmte Horizonte gewiesen sind, diess erkannte schon d'Orbigny, und ist später von Bayle bestätigt worden, welcher in der oberen Kreideformation überhaupt sieben verschiedene Horizonte unterscheidet*). Vertheilen wir die wichtigeren Species auf die drei Stufen der Cenoman-, Turon- und Senonbildung, so erhalten wir folgende Uebersicht:

	Cen.	Tur.	Sen.
Sphaerulites foliaceus Lam. = *Radiolites agariciformis* Orb.	C	—	—
..... *Fleuriausi* Bayle = *Radiolites Fleur.* Orb.	C	—	—
..... *triangularis* Bayle = *Radiolites triang.* Orb.	C	—	—
..... *polyconilites* Bayle = *Radiolites polyc.* Orb.	C	—	—
..... *ponsianus* Arch. = *Radiolites pons.* Orb.	C	—	—
..... *Beaumonti* Bayle = *Radiolites radiosa pars* Orb.	C	—	—
..... *Sauvagesi* Bayle = *Radiolites Sauv. et rad. pars* Orb.	—	T	—
..... *angeiodes* Bayle = *Radiolites ang.* Orb., Gosau	—	T	—
..... *Moulinsi* Bayle = *Radiolites Desmoulinsiana* Orb.	—	T	—
..... *Toucasi* Bayle = *Radiolites Toucasiana* Orb., Gosau	—	T	S
..... *Höninghausi* Goldf. = *Radiolites spp. div.* Orb.	—	—	S
..... *cylindraceus* Desm. = *Radiolites cylindracea* Orb.	—	—	S
Radiolites lumbricalis Orb.	C	—	—
.... *angulosus* Orb.	C	—	—
.... *cornu pastoris* Bayle = *Hippurites c. p.* Desm.	C	—	—
.... *ingens* Orb. = *Sphaerulites ingens* Desm.	—	—	S
.... *Jouanetti* Orb. = *Sphaerulites Jouanetti* Desh.	—	—	S
Hippurites cornu vaccinum Bronn, Gosau, Untersberg	—	T	—
..... *bioculatus* Lam., Gosau	—	T	—
..... *organisans* Desm., Gosau	—	T	—
..... *sulcatus* Defr., Gosau, Untersberg	—	T	—
..... *radiosus* Desm. = *Hipp. et Rad. spp.* Orb.	—	—	S
Caprina adversa Orb.	C	—	—
.... *costata* Orb.	C	—	—
.... *striata* Orb.	C	—	—
.... *triangularis* Orb.	C	—	—
.... *Aguilloni* Orb.	—	T	—

Brachiopoden. Ausser vielen Terebrateln und Rhynchonellen erscheinen noch besonders die drei Gattungen *Thecidium*, *Crania* und *Magas*.

	Cen.	Tur.	Sen.
Thecidium digitatum Sow. = *Thecidea dig.* Goldf.	C	—	—
..... *hieroglyphicum* Defr. = *Thecidea hier.*	C	—	—
..... *papillatum* Bronn = *Thecidea pap.*	—	—	S
Crania ignabergensis Retz	—	—	S
... *parisiensis* Defr.	—	—	S
Magas pumilus Sow., in der weissen Kreide	—	—	S
Terebratula sella Sow.; diese Form ist eigentlich neocom; es findet sich aber auch eine sehr ähnliche, oft als *T. biplicata* aufgeführte Species in cenomanen Schichten	C	—	—

*) Vergl. die wichtige Abhandlung von Bayle, im *Bull. de la soc. géol.* [2], *t.* 14, 1857, p. 674 ff., aus welcher die nachstehenden Namen entnommen sind. Zwei neue Species von *Caprina* und *Caprotina* aus der Gosaubildung beschrieb Reuss, in Sitzungsber. der Kais. Ak. der Wiss., B. XI, S. 923 ff.

	Cen.	Tur.	Sen.
Terebratula depressa Lam.	C	—	—
. . . . . *Tornacensis* Arch.	C	—	—
. . . . . *Robertsoni* Arch.	C	—	—
. . . . . *pectoralis* Röm.	C	—	—
. . . . . *gallina* Brong.	C	—	—
. . . . . *Becksi* Röm.	C	—	—
. . . . . *lyra* Sow.	C	—	—
. . . . . *striatula* Mant.	—	T	S
. . . . . *semiglobosa* Sow.	—	T	S
. . . . . *carnea* Sow.	—	T	S
. . . . . *alata* Lam.	—	—	S
Terebratella Beaumonti Arch.	C	—	—
Terebratulina gracilis Schl.	—	T	—
. . . . . . *rigida* Orb.	—	T	—
. . . . . . *striata* Orb.	—	T	S
. . . . . . *Defrancii* Brong.	—	—	S
Rhynchonella latissima Sow.	C	—	—
. . . . . . *paucicosta* Röm.	C	—	—
. . . . . . *compressa* Orb.	C	T	—
. . . . . . *Mantelliana* Sow.	C	T	—
. . . . . . *Martiniana* Orb.	—	T	—
. . . . . . *Cuvieri* Orb.	—	T	—
Megerlea lima Defr.	C	—	—
Argiope megatrema Desl. = *Terebratula meg.* Sow.	C	—	—

Conchiferen. Ihre Zahl ist sehr bedeutend, und finden sich darunter recht viele Formen, welche als Leitfossilien ausgezeichnet zu werden verdienen.

	Cen.	Tur.	Sen.
Anomia truncata Gein.	C	T	—
Ostrea macroptera Sow. = *O. diluviana* Goldf.	C	—	—
. . . *carinata* Lam.	C	T	—
. . . *biauriculata* Lam., ähnlich der *O. vesicularis*	C	T	—
. . . *hippopodium* Nilss.	C	T	—
. . . *semiplana* Sow.	C	T	S
. . . *frons* Park.	—	T	S
. . . *vesicularis* Lam.	—	T	S
. . . *larva* Lam.	—	—	S
Exogyra lateralis Dub. = *Ostrea lat.* Nilss.	C	—	—
. . . . *columba* Desh. = *Ostrea col.* Desh. und Orb.	C	T	—
. . . . *haliotoidea* Goldf. = *Ostrea haliot.* Orb.	C	T	—
. . . . *canaliculata* Sow. = *Ostrea canal. all.*	C	T	—
. . . . *auricularis* Goldf. = *Gryphaea aur.* Brong.	—	T	—
. . . . *laciniata* Goldf. = *Chama lac.* Nilss.	—	—	S
Spondylus striatus Goldf.	C	—	—
. . . . . *hystrix* Goldf.	C	—	—
. . . . . *lineatus* Goldf.	—	T	—
. . . . . *spinosus* Defr.	—	T	S
. . . . . *truncatus* Goldf.	—	T	S
Pecten asper Lam.	C	—	—
. . . *orbicularis* Sow.	C	—	—
. . . *laevis* Nilss.	C	T	—
. . . *virgatus* Nilss. = *P. arcuatus* Goldf.	C	T	—

	Cen.	Tur.	Sen.
Pecten elongatus Lam.	C	T	—
. . . *Beaveri* Sow.	C	T	—
. . . *curvatus* Gein.	—	T	—
. . . *membranaceus* Nilss.	—	T	S
. . . *cretosus* Defr.	—	T	S
Neithea aequicostata Bronn = *Pecten* oder *Janira aeq.*	C	—	—
. . . . *digitalis* Bronn = *Pecten* oder *Janira dig.*	C	—	—
. . . . *quinquecostata* Bronn = *Pecten* oder *Janira quinq.*	C	T	—
. . . . *quadricostata* Bronn = *Pecten* oder *Janira quadr.*	—	—	S
Lima carinata Goldf.	C	—	—
. . . *pseudocardium* Reuss	C	T	—
. . . *multicostata* Gein.	C	T	—
. . . *Reichenbachii* Gein.	—	T	—
. . . *elongata* Sow.	—	T	—
. . . *canalifera* Goldf.	—	T	—
. . . *semisulcata* Goldf.	—	T	S
. . . *Hoperi* Sow. = *Lima Sowerbyi* Bronn	—	T	S
Inoceramus striatus Mant.	C	T	—
. . . . . *mytiloides* Mant. = *In. problematicus* Orb.	C	T	—
. . . . . *Brongniarti* Sow.	—	T	—
. . . . . *Cuvieri* Sow.	—	T	S
. . . . . *latus* Mant.	—	T	S
. . . . . *Cripsii* Mant.	—	T	S
Gervillia solenoides Defr.	C	T	—
Perna lanceolata Gein.	C	—	—
Avicula gryphaeoides Sow.	C	—	—
. . . . *anomala* Sow.	C	T	—
Plicatula inflata Sow.	C	—	—
Mytilus Neptuni Gein.	C	T	—
. . . . *reversus* Sow.	—	T	—
Pinna Cottai Gein.	C	—	—
. . . *diluviana* Schl.	C	T	—
. . . *quadrangularis* Goldf.	—	T	S
Arca isocardiaeformis Nyst	C	—	—
. . . *Galliennei* Orb.	C	—	—
. . . *ligeriensis* Orb.	C	—	—
Cucullaea glabra Sow.	C	—	—
Pectunculus sublaevis Sow.	—	T	S
Trigonia aliformis Park.	C	—	—
. . . . *scabra* Lam.	C	—	—
Nucula pectinata Sow.	—	T	—
Isocardia cretacea Goldf.	—	—	S
Cyprina ligeriensis Orb.	—	T	S
Lucina circularis Goldf.	C	—	—
. . . *lenticularis* Sow.	C	T	—
Cardium alutaceum Münst.	—	T	—
. . . . *Ottonis* Gein. = *C. bimarginatum* Orb.	—	—	S
Protocardia Hillana Beyr. = *Cardium Hillanum* Sow.	C	—	—
Venus plana Sow.	C	—	—
. . . *faba* Sow.	C	—	S
. . . *Goldfussi* Gein.	C	—	S
Thetis major Sow.	C	—	—

	Cen.	Tur.	Sen.
Pholadomya nodulifera Münst.	—	T	—
. . . . . . *caudata* Röm.	—	T	S
Panopaea gurgitis Sow.	—	T	S

Gastropoden. Aus der grossen Anzahl von Gastropoden, welche in der oberen Kreideformation bekannt sind, glauben wir besonders die folgenden hervorheben zu müssen*):

	Cen.	Tur.	Sen.
Dentalium glabrum Gein.	C	—	—
. . . . . *decussatum* Sow. auch im Gault	—	T	—
. . . . . *Mosae* Bronn, Tuffkreide bei Maestricht	—	—	S
Acmaea laevis Sow.	—	T	—
Rostellaria Burmeisteri Gein.	C	—	—
. . . . . *ornata* Orb.	C	T	—
. . . . . *Reussi* Gein.	—	T	—
. . . . . *simplex* Orb.	—	T	—
. . . . . *calcarata* Sow.	C	T	S
. . . . . *Buchi* Münst.	—	T	S
Voluta elongata Sow.	—	T	—
Fusus quadratus Sow. = *Pyrula carinata* Röm.?	—	T	S
Pleurotomaria texta Münst.	C	T	—
. . . . . . *linearis* Mant. = *Pl. perspectiva* Sow.	—	T	—
. . . . . . *distincta* Duj.	—	—	S
Trochus Basteroti Brong.	—	T	—
Natica vulgaris Reuss	C	T	—
. . . *nodosa* Gein.	C	T	—
. . . *bulbiformis* Sow.	—	T	—
Avellana cassis Orb.	C	T	—
Actaeon ovum Orb.	C	T	—
Actaeonella laevis Orb.	—	T	—
. . . . . *crassa* Orb., wird sehr gross und dickschalig	—	T	—
. . . . . *gigantea* Sow.	—	—	S
Nerinea longissima Reuss	C	—	—
. . . . *bicincta* Bronn	—	T	—
Turritella granulata Sow.	C	—	—
. . . . . *multistriata* Reuss	—	T	—
. . . . . *nodosa* Röm.	—	—	S

Cephalopoden. Sie erscheinen immer noch in grosser Manchfaltigkeit der Formen, obwohl die Anzahl der Species von unten nach oben in auffallender Abnahme begriffen ist, so dass namentlich die Ammoniten in der oberen weissen Kreide gänzlich vermisst werden, wie denn die Ammoneen überhaupt zu Ende der Kreideperiode völlig ausgestorben sind. Auch die Belemniten erreichen mit der Kreideformation ihr Ende, und treten dabei zuletzt in eigenthümlichen Species auf, welche an der Stelle der Basal-Rinne der Scheide eine förmliche Spalte zeigen,

*) Die Zahl der bekannten Gastropoden der oberen Kreideformation ist durch Joseph Müller, in seiner Monographie der Petref. der Aachener Kreideformation, 2. Bonn 1851, sowie durch Zekeli, in seiner Abhandlung: die Gastropoden der Gosaugebilde, Wien 1852, bedeutend vermehrt worden; doch sind in Betreff der letzteren Abhandlung die Kritischen Bemerkungen zu berücksichtigen, welche Reuss in den Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. B. XI, 1854, S. 882 ff. veröffentlicht hat. Binkhorst beschrieb 106 fast durchaus neue Gastropoden in *Monographie des Gastrop. de la craie supér. de Limbourg, I,* 1861.

und deshalb sowie anderer Merkmale wegen von d'Orbigny als ein besonderes Genus unter dem Namen *Belemnitella* eingeführt worden sind. Einige der wichtigsten Species sind die folgenden:

	Cen.	Tur.	Sen.
Ammonites Mayorianus Orb. Diese Species des Gault findet sich nach v. Strombeck auch in der Cenomanbildung des nordwestlichen Teutschlands, wird sehr gross und ist daher meist mit *A. peramplus* verwechselt worden.	C	—	—
. . . . . *varians* Sow., sehr wandelbar in seinen Formen, namentlich in Betreff der Rippen, auch durch Compression oft entstellt	C	—	—
. . . . . *Mantelli* Sow., wird ebenfalls sehr gross	C	—	—
. . . . . *falcatus* Mant.	C	—	—
. . . . . *rhotomagensis* Brong., wird sehr gross, bis zu 2 Fuss im Durchmesser, verliert aber dann die Knotenreihen auf dem Rücken, während die Rippen zugleich flacher werden	C	T	—
. . . . . *lewesiensis* Sow.	—	T	S
. . . . . *peramplus* Sow., erreicht bis 3 Fuss im Durchmesser	—	T	S
. . . . . *westphalicus* Stromb.	—	—	S
Scaphites aequalis Sow.	C	—	—
. . . . *obliquus* Sow.	C	—	—
. . . . *Geinitzii* Orb.	—	T	—
Turrilites costatus Lam.	C	—	—
. . . . *tuberculatus* Bosc	C	—	—
. . . . *polyplocus* Röm. = *Helicoceras pol.* Orb.	—	—	S
Hamites attenuatus Sow.	C	—	—
. . . . *ellipticus* Mant.	—	T	—
. . . . *armatus* Sow.	—	T	S
Baculites baculoides Orb.	C	—	—
. . . . *anceps* Lam.	—	T	S
. . . . *Faujasii* Lam.	—	—	S
Nautilus expansus Sow.	C	—	—
. . . . *triangularis* Montf.	C	T	—
. . . . *elegans* Sow.	C	T	S
. . . . *laevigatus* Orb.	—	T	S
. . . . *simplex* Sow.	—	T	S
. . . . *danicus* Schl.	—	—	S
Belemnites cenomanus v. d. Marck = *Bel. lanceolatus* Sow. = *Belemnitella vera* Orb.	C	T	—
Belemnitella quadrata Orb.	—	—	S
. . . . . . *mucronata* Orb.	—	—	S

Aptychus ist ebenfalls in einigen Species bekannt.

Gliederthiere. Einige Serpula-Arten sind nicht selten; auch kommen viele kleine Entomostraceen vor, deren Kenntniss man besonders Reuss zu verdanken hat, und als deren Repräsentanten wir eine sehr verbreitete *Cytherina* aufführen; endlich sind die Ueberreste einiger Krebse zu erwähnen.

	Cen.	Tur.	Sen.
Serpula septemsulcata Reich.	C	—	—
. . . . *triangularis* Münst.	C	—	S
. . . . *filiformis* Sow.	C	T	S
. . . . *plexus* Sow.	C	T	S
Cytherina subdeltoidea Münst.	C	T	S

	Cen.	Tur.	Sen.
Mesostylus antiquus Bronn = *Callianassa ant.* Otto	—	T	S
Clytia Leachii Reuss = *Astacus Leachii* Mant.	—	T	S

Fische. Besonders häufig kommen Zähne, Schuppen und Koprolithen vor; selten sind vollständigere Ueberreste; beispielsweise führen wir an:

	Cen.	Tur.	Sen.
Macropoma Mantelli Ag.	—	T	—
Ptychodus latissimus Ag., Zähne häufig im Pläner und in der Kreide	—	T	S
..... *mammillaris* Ag., warzenförmige Zähne	—	T	S
Otodus appendiculatus Ag.	—	T	S
Oxyrhina Mantelli Ag.	—	T	S

Viertes Kapitel.

Beispiele der verschiedenen Ausbildungsweise der Kreideformation.

§. 431. *Kreideformation in England.*

Da die Kreideformation überhaupt zuerst in England genauer studirt und auch dort in aller Vollständigkeit nachgewiesen worden ist, so beginnen wir die zur Erläuterung ihrer verschiedenen Ausbildungsweise vorzuführenden Beispiele mit einer Darstellung des englischen Territoriums. In ihm und in dem Territorio des Bassins der Seine werden wir gewissermaassen den Normaltypus ihrer Entwickelung kennen lernen.

Die Kreideformation bildet einen bedeutenden Theil von Ost- und Süd-England; von Scarborough in Yorkshire zieht sie sich durch Lincolnshire nach Norfolk, um sich dann fast in dem ganzen Landstriche auszubreiten, welcher südöstlich einer, vom Cap Hunstanton über Cambridge, südlich an Oxford vorbei nach Exeter in Devonshire gezogenen Linie gelegen ist. Doch wird sie häufig und in bedeutender Ausdehnung von tertiären und quartären Ablagerungen bedeckt. Da sie in allen ihren Abtheilungen vorhanden ist, so betrachten wir erst die untere, und dann die obere Kreideformation.

I. Untere Kreideformation in England.

1. Neocombildung in England. (Unterer Grünsand und Aequivalente.) Diese Abtheilung der Kreideformation ist es, welche in England die grössten petrographischen Verschiedenheiten, die bedeutendste Ausdehnung und einen grossen Reichthum von Fossilien zeigt. Sie ist von Yorkshire bis nach Devonshire, auch rings um den grossen Sattel der Wealdenformation und an mehren Punkten der Südküste des Landes bekannt, erscheint in Yorkshire als eine thonige, ausserdem aber mehr als eine psammitische Bildung.

In Yorkshire ist es der untere Theil des sogenannten *Speetonclay* (S. 979), welcher durch *Toxaster complanatus, Exogyra Couloni, Crioceras Duvalii* und *C. Emerici* als das Aequivalent der Neocombildung charakterisirt wird, während der obere Theil desselben Thones durch seine Fossilien ganz entschieden als Gault bezeichnet ist. Aber schon in Lincolnshire macht sich der psammitische Charakter

geltend, indem dort die ganze Bildung durch eine 20 bis 30 Fuss mächtige Ablagerung von eisenschüssigem Sandstein, Sand und Geröll vertreten wird; eben so verhält es sich in Norfolk, in Cambridgeshire, Bedfordshire und Berkshire, worauf dann weiterhin, in dem ganzen südlichen Landstriche, von Kent bis nach Devonshire, Sandstein und Sand als die vorwaltenden Gesteine der Neocombildung verharren.

Diejenigen Schichten nämlich, welche im südlichen England schon lange als *lower greensand* beschrieben und von der übrigen Kreideformation getrennt worden sind, haben sich nach neueren Untersuchungen. als das wirkliche Aequivalent der Neocombildung erwiesen, wofür sie Alcide d'Orbigny schon im Jahre 1840 erklärte.

An der Küste von Kent, zwischen Folkstone und Hythe, ist diese neocome Sandsteinbildung der englischen Kreideformation vortrefflich entblöst, und dort erkannte Fitton eine Zusammensetzung derselben aus drei Gliedern, zu welchen später durch Simms noch ein viertes, tiefstes Glied gefügt worden ist, so dass die Totalmächtigkeit der ganzen Bildung bei Hythe bis auf 380 P. Fuss steigt; diese vier Glieder sind von unten nach oben:

a. Sandiger grünlicher Thon, z. Th. Walkerde, mit untergeordneten festeren Schichten; 46 Fuss.
b. Sand, welchem ein System von Kalksteinbänken eingelagert ist, deren Gestein unter dem Namen *Kentish rag* viel gebrochen wird; 121 F.
c. Glaukonitreicher, bisweilen auch kiesiger Sand, der die Feuchtigkeit sehr zurückhält; 148 Fuss.
d. Weisser oder gelber, eisenschüssiger, mehr oder weniger glaukonitischer Sand und Sandstein, mit bald kalkigem, bald kieseligem Bindemittel, im ersteren Falle oft als Kalkspathsandstein (S. 975) ausgebildet; 65 Fuss.

Von den zahlreichen Fossilien, welche bei Hythe vorkommen, erwähnen wir nur folgende charakteristische Species:

Toxaster complanatus	*Exogyra Couloni*
Terebratula faba	*Trigonia aliformis* Park.
. . . . . . *tamarindus*	. . . . . *spinosa* Park.
. . . . . . *praelonga*	*Pleurotomaria gigantea* Sow.
. . . . . . *sella*	*Ancyloceras gigas*
Perna Mulleti	*Ammonites furcatus* Sow.

Dieselbe Gliederung lässt der untere Grünsand auch noch bei Godstone und an anderen Orten in Surrey erkennen, in welcher Grafschaft namentlich südlich und westlich von Guildford einer der grössten Districte dieser Bildung vorliegt, auch von Austen die tiefste, wesentlich aus gelbem und braunem Thone bestehende Etage nachgewiesen worden ist, und die ganze Mächtigkeit auf 400 Fuss steigt. Aus der unteren thonigen Etage, in welcher harte Kalkstein-Nieren voll Fossilien vorkommen, erwähnt Austen unter anderen folgende Formen:

Terebratula sella	*Ostrea Leymeriei*
Perna Mulleti	*Exogyra Couloni*
Gervillia anceps	*Cardium Hillanum*
Pholadomya neocomensis	*Nautilus pseudoelegans.*

Auch bei Pulborough, im westlichen Theile von Sussex, erscheint der untere oder neocome Grünsand wesentlich mit denselben Etagen, und reich an charakteristischen Fossilien.

Besonders mächtig erscheint er auf Wight, wo er, südlich von der mit steiler Schichtenstellung durch die ganze Insel laufenden Kreidezone, sehr verbreitet ist, und auf der Südostseite bei Shanklin den eigentlichen Shanklinsand bildet; auch

war es hier, an der Westküste von Wight, wo durch Fitton's genaue Untersuchungen seine Identität mit der Neocombildung zuerst nachgewiesen wurde. Dort lehnt sich bei Atherfield der untere Grünsand unmittelbar an den Wealdenthon, so dass man an der Gränze Gesteinsblöcke schlagen kann, welche einerseits die Süsswasser-Conchylien der Wealdenformation, anderseits die marinen Conchylien der Neocomformation enthalten. Auch lassen sich noch wenigstens drei der in Kent, Surrey und Sussex bekannten Etagen unterscheiden.

Die unterste Etage besteht 60 F. stark aus grünlichblauen oder grauen Mergeln, aus Thon, Walkerde und Sand, und enthält unter ihren zahlreichen Fossilien auch *Toxaster complanatus, Terebratula sella, Perna Mulleti, Exogyra Couloni, Gervillia anceps, Trigonia caudata, Arca Gabrielis, Corbis corrugata, Nautilus pseudoelegans*.

Die zweite und dritte Etage scheinen auf Wight vereinigt zu sein; sie bilden ein 430 F. mächtiges Schichtensystem, in dem sich mehre bedeutende Sand- und Thonlager unterscheiden lassen, welche, zumal in den wiederholt auftretenden, lagenweise geordneten Sandstein-Concretionen oder sogenannten *crackers*, viele ächt neocome Fossilien, wie *Exogyra Couloni, Gervillia anceps, Terebratula sella* u. a. beherbergen.

Die vierte Etage endlich besteht, bei 210 F. Mächtigkeit, aus Schichten von weissem und gelbem Sande, in welchem nur einige Fragmente von Conchylien vorkommen, wie denn diese Etage überhaupt sehr arm an Fossilien zu sein pflegt. Sonach beträgt die Totalmächtigkeit der Neocombildung auf der Insel Wight über 700 Fuss*), während solche bei Hythe in Kent nur 380 Fuss erreicht.

Auch bei Sandown, an der Ostküste von Wight, ist ein ähnliches Profil entblöst, wie bei Atherfield, und auch dort sind die tiefsten, unmittelbar über dem Wealdenthone liegenden Schichten sogleich durch *Perna Mulleti, Exogyra Couloni* und andere neocome Fossilien charakterisirt. Dass aber die verschiedenen, von Fitton aufgestellten Etagen nur eine locale oder petrographische Bedeutung haben, und dass von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus der ganze untere Grünsand als eine einzige Bildung betrachtet werden muss, diess haben Ibbetson und Forbes geltend gemacht. Aus ihren Untersuchungen ergiebt sich, dass durch das dortige, bisher *lower greensand* genannte Schichtensystem nur ein System von organischen Ueberresten verbreitet ist, dass sich bei wiederkehrender gleicher petrographischer Beschaffenheit auch dieselben Species wieder einfinden, dass es also petrographische und folglich locale Bedingungen waren, welche die Vertheilung der Species bestimmten, und dass die Annahme einer *unity of the lower greensand* auch bei Atherfield noch völlig gerechtfertigt sei. *Quarterly Journal of the geol. soc. I, p.* 194.

Westlich von Wight verschmälert sich die Neocombildung dermaassen, dass sie auf Purbeck in Dorsetshire kaum noch zu erkennen ist; allein in Wiltshire und Berkshire ist sie vielorts bekannt, so bei Swindon, Bawood, Faringdon, Devizes und Calne, an welchem letzteren Orte auch die *Caprotina Lonsdalii* vorkommt. Die unteren psammitischen Schichten bei Lyme-Regis in Dorsetshire, die, wegen ihrer zahlreichen, meist in Chalcedon verwandelten und daher trefflich erhaltenen Fossilien berühmten Blackdowns bei Wellington, und die durch ihre Orbitoliten ausgezeichneten Sandsteine von Bovey und Holdon in Devonshire sind durch das gleichzeitige Vorkommen von neocomen, gaultinen und cenomanen Fossilien auf eine so eigenthümliche Weise charakterisirt, dass d'Archiac vermuthet, diese

*) Ja, nach Ibbetson und Forbes sogar 790 Fuss, während Fitton selbst sie später auf 750 Fuss erhöhte.

Schichten seien während des Verlaufes der ganzen Periode abgesetzt worden, in welcher sich weiter östlich die Etagen des unteren Grünsandes, des Gaultes und des oberen Grünsandes entwickelten*).

2. Gault. Der von W. Smith adoptirte Name Gault stammt ursprünglich aus Cambridgeshire, wo er für eine Thonbildung gebraucht wird, welche daselbst 140 F. mächtig**) zwischen dem oberen Grünsande und dem eisenschüssigen Sande der Neocombildung gelagert, aber arm an Fossilien ist. Dieser Gault ist auch in Bedfordshire und in anderen südlichen Grafschaften vorhanden, lässt sich aber besonders deutlich längs der Bedeckungsgränze des grossen Gebietes der Wealdenformation (S. 956) in Kent, Sussex und Surrey beobachten, wo er eine zwischen dem Neocomsande und dem oberen Grünsande oder Firestone hinlaufende, oft morastige Depression des Landes bildet, und in manchen Querthälern, ganz vorzüglich aber an der Meeresküste bei Folkstone trefflich entblöst ist. Dort beherbergt er auch einen grossen Reichthum an wohl erhaltenen organischen Ueberresten.

Bei Folkstone ist er nur etwas über 120 P. Fuss mächtig, und erscheint hauptsächlich als eine Ablagerung von sehr fettem, licht blaulichgrauem Thon, welcher nur an seiner oberen Gränze durch viele Glaukonitkörner etwas sandig wird. Dieser, in Töpfereien und Ziegeleien vielfach verwendete Thon enthält nach unten die berühmten Gaultfossilien in grosser Menge, nach oben dagegen viele kugelige, cylindrische und regellos gestaltete Concretionen von Eisenkies nebst dunkelbraunen Knollen, die durch ihre Gestalt und durch ihren Gehalt von Kalkphosphat an Koprolithen erinnern. Besonders reich ist der Gault von Folkstone an Ammoniten und Hamiten, an Rostellarien und mehren Species von *Solarium*, *Inoceramus* und *Nucula*, sowie an *Belemnites minimus*. Einige der wichtigsten Formen, die nicht nur bei Folkstone, sondern auch bei Ringmer in Sussex vorkommen, sind:

Inoceramus sulcatus	*Hamites armatus*
. . . . . . *concentricus*	. . . . *rotundus*
Nucula ovata	*Ammonites splendens*
. . . . *pectinata*	. . . . . . *auritus* Sow.
Dentalium decussatum	. . . . . . *tuberculatus* Sow.
Rostellaria carinata	*Belemnites minimus.*

Auf der Insel Wight erscheint der Gault nur mit 60 F. Mächtigkeit als ein blaulichgrauer, sandiger und etwas glimmeriger Thon, welcher sehr arm an Fossilien ist, aber hier und da, wie z. B. bei East-End, kleine Kiesknollen und Gypskrystalle enthält. Auf Purbeck ist er noch weniger bedeutend; dagegen gewinnt er in Süd-Wiltshire im Thale von Wardour (westlich von Salisbury), und in Nord-Wiltshire bei Swindon eine recht ansehnliche Entwickelung.

*) Die berühmten Fossilien von Blackdown sind, nach neueren Untersuchungen von Renevier, zum Theil eigenthümlich; die meisten derselben lassen sich aber wirklich auf Formen der genannten drei Etagen zurückführen, wodurch die Ansicht von d'Archiac bestätigt wird. *Bull. de la soc. Vaudoise. vol. V*, 1856, *p.* 51 f.

**) Diese Mächtigkeit ist durch viele Bohrbrunnen ermittelt worden, welche den Gault durchsunken haben. Fitton, in *Trans. of the geol. soc.* 2. *ser. IV*, *p.* 306. Lunn schätzt sie etwas grösser, auf 200 bis 220 engl. Fuss; *ibidem V*, *p.* 115.

Im Thale von Wardour ist es ein blauer Thon mit Knollen von Eisenkies und Kalkphosphat, mit Kalkspathadern und vielen sehr charakteristischen Fossilien; bei Swindon ist ein schönes Profil entblöst, in welchem der Gault als ein mächtiges Lager von feinem, blaulichgrauem, glimmerigem Thon über den eisenschüssigen Schichten des Neocomsandes auftritt, ohne Fossilien zu enthalten, welche jedoch bei Crockerton ziemlich zahlreich vorhanden sind.

Etwas abweichend ist die Ausbildung des Gault in den nördlichen Grafschaften. Zwar erscheint er bei Speeton in Yorkshire hauptsächlich noch als ein dunkelfarbiger schieferiger Thon mit Lagen von thonigen und eisenschüssigen Septarien, deren Klüfte mit Gyps, Eisenkies und Kalkspath bekleidet sind, und mit Fossilien, welche, wie *Hamites rotundus* und *attenuatus*, *Ammonites splendens* und *fissicostatus*, *Belemnites minimus* u. a. grossentheils denen des Gault von Sussex entsprechen*); allein seine obersten Schichten werden schon dort von jenem rothen Kreidemergel gebildet, welcher, wie bereits oben (S. 982) erwähnt wurde, bei nur 2 bis 6 Fuss Mächtigkeit, von Yorkshire durch Lincolnshire bis nach Hunstanton in Norfolk verfolgt werden kann, schon in Lincolnshire unmittelbar auf dem Sande der Neocombildung ruht, und daher in der ganzen Ausdehnung von Flamborough bis nach Hunstanton den Gault fast allein zu repräsentiren scheint, obgleich er, ausser *Belemnites minimus* und *Inoceramus concentricus*, fast keine exclusiv gaultinen Fossilien enthält. Erst bei West-Newton nimmt der Gault den Habitus eines blauen Thones an, als welcher er mit 15 Fuss Mächtigkeit durch Norfolk und Suffolk fortsetzt, um sich an die gleichnamige Bildung im Süden des Landes anzuschliessen.

II. Obere Kreideformation in England.

3. Cenomanbildung in England. Sie wird wesentlich vom *upper greensand* gebildet, ist aber nach oben mit der Turonbildung durch so allmälige Uebergänge verknüpft, dass eine scharfe Gränze zwischen beiden kaum gezogen werden kann. Während sie aber in den südlichen Grafschaften recht bedeutend entwickelt ist, so scheint sie gegen Norden allmälig immer unbedeutender zu werden, und in Yorkshire gänzlich zu fehlen.

Der obere Grünsand ist besonders im Süden des Landes, zumal längs der Gränze der Wealdenformation bis an die Küste einerseits bei Folkstone, anderseits bei Beachy-Head, sowie auf Wight und in Wiltshire zu beobachten. Sand, Sandstein und Mergel, alle drei mehr oder weniger glaukonitisch, sind die vorwaltenden Gesteine, und bilden eine, in ihrer Mächtigkeit sehr wechselnde, doch niemals sehr bedeutende Ablagerung, welche in Cambridgeshire auf wenige Fuss herabsinkt, in Lincolnshire und Yorkshire aber gar nicht vorhanden zu sein scheint. In paläontologischer Hinsicht ist der obere Grünsand Englands noch nicht genau begränzt worden; er mag sich in dieser, eben so

*) Während auch zugleich entschieden neocome Fossilien vorhanden sind, weshalb der Speetonthon, wie oben bemerkt wurde, die Neocombildung und den Gault zugleich repräsentirt.

wie in petrographischer Hinsicht an den Kreidemergel anschliessen, mit welchem er durch Uebergänge sehr innig verbunden ist.

Bei Folkstone ist er höchstens 30 Fuss mächtig, und meist als ein weicher glaukonitischer Mergel ausgebildet, welcher in seinen mehr sandigen Varietäten viele cylindrische Wülste umschliesst, aber sehr arm an organischen Ueberresten ist, unter denen Fitton besonders *Pecten orbicularis* erwähnt. Folgt man von dort dem südlichen Abfalle der North-Downs, so trifft man ihn bei Merstham als sogenannten Firestone, ein dem Pläner oder auch dem Flammenmergel ähnliches Gestein von 30 Fuss Mächtigkeit. Auch bei Reigate, Farnham, Petersfield und Petworth sind es analoge Gesteine, in denen bei Farnham Knollen von Kalkphosphat, bei Petersfield *Exogyra lateralis, Pecten asper, P. orbicularis, Neithea quinquecostata* u. a. Fossilien vorkommen.

Auf Wight gewinnt der obere Grünsand eine bedeutendere Mächtigkeit von 60 bis 100 Fuss, und besteht nach unten grösstentheils aus gelblichgrauem Sandstein mit einigen Hornsteinlagen, nach oben aus Kalkmergel mit Hornstein-Concretionen. Auf Purbeck sinkt seine Mächtigkeit bedeutend herab. Bei Warminster in Süd-Wiltshire ist er sehr schön aufgeschlossen, und lässt nach unten besonders Schichten von grauem oder grünlichem Sande, nach oben dichte hornsteinähnliche Schichten erkennen; ähnlich sind seine Verhältnisse bei Shaftsbury, wo seine Mächtigkeit zwischen 45 und 55 Fuss schwankt. Bei Warminster kommen unter anderen folgende Fossilien vor:

Siphonia piriformis	*Arbacia granulosa*
Micrabacia coronula	*Exogyra conica*
Salenia petalifera	*Pecten asper*
Discoidea subuculus	*Neithea quadricostata?*

Die schmale glaukonitische Gesteinsschicht, welche in Cambridgeshire den Gault vom Kreidemergel absondert, soll daselbst bei Bott-Isham Hippuriten enthalten.

4. Turonbildung (Kreidemergel). Auch diese Etage, deren Gesteine bald als Kreidemergel (*chalk-marl*), bald als graue Kreide (*gray chalk*), bald als flintleere Kreide (*chalk without flint*) aufgeführt werden, ist in England nirgends besser entblöst, als an den inneren Abhängen der, das grosse Gebiet der Wealdenformation im Norden und Süden begränzenden North-Downs und South-Downs, sowie an der Küste bei Folkstone und Beachy-Head, und auf der Insel Wight.

Die tiefsten Schichten, welche man an den Gehängen bei Dover anstehen sieht, erscheinen mit fast 200 Fuss Mächtigkeit als grauer sandiger Kreidemergel mit untergeordneten festen Sandsteinlagen, die an den steilen Wänden oft weit hervortreten, mit vielen Fossilien und mit Knollen und Krystallgruppen von Eisenkies, aber ohne eine Spur von Feuerstein. Darüber liegt ein weisser, weicher und sehr verwitterlicher, an Eisenkies reicher Mergel, und noch höher ein gelblicher, harter, kiesfreier Mergel, mit sparsamen grauen, undulirten Streifen und zahlreichen Fossilien, unter denen sich noch viele Ammoniten und Inoceramen befinden; diese beiden Schichtensysteme haben zusammen eine Mächtigkeit von 140 Fuss. Endlich folgen unreine, an der Luft schülferig zerwitternde, mit zahlreichen grauen Streifen und mit sporadischen Feuersteinen versehene kreideähnliche Gesteine, in welchen die letzten Ammoniten erscheinen. Mit dieser, über 100 F. mächtigen Ablagerung scheint die Turonbildung zu endigen, wenn nicht vielleicht noch die nächst folgenden Schichten dazu gerechnet werden müssen.

Eben so sieht man unweit Beachy-Head, an der Steilküste von East-Bourne, über dem Gault nach Westen hin erst den Grünsand und dann eine ganz ähnliche Folge von Gesteinen liegen, wie sie von Folkstone gegen Dover nach Osten hin vorliegt, und nach d'Archiac so weit noch zur Turonbildung zu rechnen sein dürfte, als noch die Ueberreste von Ammoniten und von *Inoceramus mytiloides* vorhanden sind.

In mehren der Durchschnitte der North-Downs von Surrey liegen auf dem Gault Kalksteinschichten mit *Ammonites rhotomagensis* und *A. Mantelli*, darüber hellgrüne Sandsteine mit *Plicatula inflata* Sow., welche allmälig immer kalkiger werden und in glaukonitische Kreidemergel, in weisse und graue kalkige Gesteine übergehen, in denen, ausser den genannten beiden Ammoniten, auch *A. peramplus* und *A. varians*, *Turrilites tuberculatus*, *Scaphites aequalis* und *Pecten Beaveri* vorkommen; zuletzt folgen kreideähnliche Mergel mit *Lima Hoperi*, *Inoceramus mytiloides* und *I. Cuvieri*.

Auch auf der Insel Wight ist nach Fitton ein vollständiger Uebergang aus dem oberen Grünsand durch verschiedene Varietäten von Kreidemergel bis in die weisse, flintreiche Kreide zu beobachten, welche in der Mitte der Insel eine steil aufgerichtete Zone bildet, während weiter südlich die tieferen Schichten horizontal liegen, und an der Südküste, längs einer 600 Fuss hohen, meilenlangen Felsenwand die imposante Scenerie der sogenannten *Undercliffs*, d. h. Haufwerke von colossalen, wild über einander gestürzten Bergtrümmern, bilden.

Bei Lyme-Regis in Dorsetshire wird nach De-la-Beche die turonische Bildung wesentlich durch theils gelblichbraune, theils glaukonithaltige Sandsteine, durch sandige Kreide mit *Cidaris variolaris*, *Galerites albogalerus*, *Ostrea vesicularis*, *Ammonites varians*, und endlich durch harte, flintleere Kreide mit *Inoceramus mytiloides* und *I. Cuvieri* repräsentirt.

5. Senonbildung in England. Die weisse, flintreiche Kreide ist es, in welcher sich der Charakter der englischen Senonbildung am bestimmtesten ausgeprägt findet. Weil aber diese Kreide nach unten allmälig in andere, theils kreideähnliche, theils mergelige Gesteine übergeht, so fehlt es an einer scharfen petrographischen Gränze zwischen den turonischen und senonischen Schichten der englischen Kreideformation. Da ihnen nun auch viele organische Ueberreste gemeinschaftlich zukommen, so ist es insbesondere der Mangel an Ammoniten und anderen exclusiv turonischen Fossilien, sowie das Vorkommen von *Belemnitella mucronata*, *Marsupites ornatus*, *Ananchytes ovatus*, *Galerites albogalerus*, *Inoceramus Cuvieri*, *Ostrea vesicularis* und anderen, theils ausschliesslich senonischen, theils turono-senonischen Fossilien, wodurch eine Unterscheidung beider Abtheilungen und eine ungefähre Gränzbestimmung der Senonbildung ermöglicht wird.

Uebrigens ist diese oberste Abtheilung der Kreideformation in England sehr verbreitet, und fast in dem ganzen Landstriche vorhanden, welcher sich östlich und südlich einer von Flamborough-Head in Yorkshire nach Bovey in Devonshire gezogenen Linie ausdehnt. Besonders an den Südküsten des Landes, von Dover bis nach Devonshire, bildet sie oft steile Gehänge, in welchen alle ihre Verhältnisse der Beobachtung recht zugänglich sind.

Die Citadelle von Dover steht auf weisser Kreide mit vielen Lagen von Flintknollen und mit einzelnen, stetig ausgedehnten Flintschichten, deren eine als Decke für die vier kasemattenartigen Räume benutzt wurde, welche in 100 Fuss Tiefe 20 Fuss breit in der Kreide ausgehauen worden sind. Diese oberste flintreiche Kreide ist nicht besonders reich an (grösseren) organischen Ueberresten, und wird von flintarmer Kreide getragen, welche sich schon aus der Ferne durch ihre graue Farbe, in der Nähe aber durch ihre rauhe Beschaffenheit und durch zahlreiche graue, undulirte, bald auskeilende Lagen, so wie durch höckerige und knollige Concretionen unterscheidet. Beide diese Etagen zusammen haben ungefähr die Mächtigkeit von 350 Fuss.

Aehnlich sind die Verhältnisse in den North-Downs und South-Downs, in welchen letzteren die Kreide am Beachy-Head abermals von der Meeresküste durchschnitten wird. Auf Wight sind es besonders die Schichten der weissen, feuersteinreichen Kreide, welche in einer steil aufgerichteten Zone quer durch die ganze Insel laufen.

Auch in den nördlichen Grafschaften, in Norfolk, Lincolnshire und Yorkshire ist die obere, weisse Kreide vorhanden, welche in Yorkshire unmittelbar über dem rothen Mergel des Gault liegt, so dass dort die Turonbildung gar nicht zum Absatze gelangt zu sein scheint; wenigstens lassen die durch Phillips bekannt gewordenen Fossilien keine ausschliesslich turonischen Formen erkennen.

In Schottland fehlt die Kreideformation gänzlich; in Irland kennt man sie in den Grafschaften Antrim und Londonderry, wo sie, einige Spuren des Gault ausgenommen, lediglich mit ihren beiden oberen Abtheilungen ausgebildet und grösstentheils von einer mächtigen Basaltdecke überlagert ist.

Nach d'Archiac ergiebt sich aus der Zusammenstellung von Morris und aus späteren Arbeiten, dass bis zum Jahre 1849 in der Fauna der englischen Kreideformation 932 Species aus 256 Geschlechtern nachgewiesen waren. Davon kommen die meisten auf die Neocombildung, welche 299, und auf die weisse Kreide, welche 316 Species umschliesst, während der Gault 112, der obere Grünsand 109 und der Kreidemergel 105 geliefert hatte. Es sind aber besonders 18 Infusorien, 11 Amorphozoën, 36 Bryozoën, 42 Echiniden, 36 Foraminiferen und 45 Fische, deren Summe (218) die senonische Kreide so reich erscheinen lässt, wogegen im Neocomsande die genannten Thierclassen sehr spärlich, dafür aber die Cephalopoden, die Gastropoden und die Conchiferen recht reichlich vertreten sind.

§. 432. *Kreideformation im nördlichen Frankreich.*

In Frankreich kennt man fünf grosse Territorien der Kreideformation: nämlich das Bassin der Seine, das Bassin der Loire, jenes am Südwestabfalle des primitiven Centralplateaus, das Bassin am Nordabfall der Pyrenäen und endlich das Bassin des Rhône.*)

Das Bassin der Seine und jenes der Loire stehen zwar mit einander in Verbindung, werden aber durch die zwischen beiden Flüssen liegende Wasserscheide, die sogenannte Axe des Mellerault, insofern getrennt, als die Entwickelung der Kreideformation zu beiden Seiten dieser Axe sehr wesentliche Verschie-

*) Wir folgen bei der Darstellung der französischen Kreideformation in der Hauptsache den vortrefflichen Schilderungen, welche d'Archiac im vierten Bande seiner *Histoire des progrès de la Géologie* gegeben hat.

denheiten erkennen lässt. Auch hängt das Bassin der Seine nach Norden mit dem Kreide-Territorio der Niederlande zusammen, von welchem es jedoch auf ähnliche Weise durch die Axe des Artois geschieden wird. Nach Nordwesten gränzen diese beiden letzten Territorien an das Meer, wo sie sich als die continentale Fortsetzung des gegenüberliegenden englischen Territoriums zu erkennen geben, mit welchem sie ursprünglich ein grosses Ganzes gebildet haben, ehe die Bildung des Canals und die Ablösung Englands vom Continente erfolgte.

In dem so begränzten Bassin der Seine hat nun die Kreideformation, gerade wie in England, eine vollständige Entwickelung in allen fünf Hauptgliedern erlangt.

I. Untere Kreideformation im Bassin der Seine.

Sie ist von Wissant aus durch das Bas-Boulonnais und weiterhin durch die ganze Champagne zu verfolgen, auch im Département der Oise, im sogenannten pays de Bray, durch den dortigen Sattel an die Oberfläche heraufgedrängt worden.

1. Neocombildung im Bassin der Seine.

Die Neocombildung erscheint im östlichen Theile des Bassins, zwar nur in geringer Ausdehnung und Mächtigkeit, desungeachtet aber von recht complicirter Zusammensetzung, weshalb d'Archiac drei Etagen unterscheidet.

An der Küste bei Wissant (Pas de Calais) liegt der blaue Thon des Gault auf einem glaukonitischen Sandsteine mit kalkigem Bindemittel, welcher nur 15 bis 18 Fuss mächtig ist, und wahrscheinlich dem unteren Grünsande der gegenüberliegenden Küste bei Folkstone entspricht. Derselbe ist auch weiter südlich im Bas-Boulonnais mit gleicher Mächtigkeit von Rozet als eine eisenschüssige Sand- und Sandsteinbildung nachgewiesen worden. Organische Ueberreste sind aber bis jetzt nicht bekannt.

Weiterhin in den Départements des Pas de Calais, der Somme, du Nord und der Aisne verschwindet auch diese schwache Andeutung der Neocombildung, und erst bei Grandpré, im Dép. der Ardennen, ist sie durch die Beobachtungen von Sauvage und Buvignier entschieden nachgewiesen worden, welche daselbst unter dem Gault einen glaukonitischen Sandstein mit *Exogyra Couloni*, *Ostrea Leymeriei* und *Terebratula praelonga* erkannten. Von dort aus scheint sich diese Bildung nach Bar-le-Duc (Meuse) und Joinville (Haute Marne) zu erstrecken, und wesentlich von unten nach oben aus eisenschüssigem Sande und Sandstein mit Brauneisenerz, aus gelblichem, sandigkörnigem Kalkstein und aus Thon nebst Sand zu bestehen. Im angränzenden Theile des Département der Marne werden die Eisenerze vielorts gewonnen.

Ueber die Neocombildung des Département der Haute Marne haben Royer, Thirria und Cornuel interessante Berichte mitgetheilt, aus denen sich im Allgemeinen ergiebt, das sie dort in folgender Weise dreigliederig zusammengesetzt ist.

a. Sand und Sandstein, mehr oder weniger eisenschüssig, und oft sehr reich an concretionärem und plattenförmigem Brauneisenerz, darüber gelber oder blaulicher Kalkstein und ähnlich gefärbter Thonmergel. In den Kalksteinen und Mergeln finden sich:

Toxaster complanatus	*Exogyra Couloni*
Panopaea neocomensis	*Trigonia caudata*
Rhynchonella depressa	*Arca Gabrielis*

und andere Fossilien.

b. Blauliche, gelbe und graue Thone mit vielen Austern (zumal *Ostrea Leymeriei* und *Exogyra subplicata Röm.*), darüber bunter, zuweilen rother Sand, rother Thon und oolithisches Eisenerz.

c. Grünlicher, blaulicher und gelblicher Thon mit vielen Ueberresten von *Plicatula placunea, Ammonites Nisus, A. Deshayesi* u. a., gelber Sand und Sandstein, und endlich glaukonitischer Sand.

Darüber folgt der Gault, und die Totalmächtigkeit aller dieser Schichten, einschliesslich des Gault, beträgt über 300 Fuss.

Im Département der Aube ist die Zusammensetzung und Gliederung der Neocomgruppe ganz ähnlich, und durch Leymerie sehr genau beschrieben worden; von unten nach oben folgen sich nämlich die drei Etagen:

a. Sand und unreiner Thon mit etwas Eisenerz, darüber mergeliger oder sandiger hellfarbiger Kalkstein, in welchem unter anderen folgende charakteristische Fossilien vorkommen:

Holaster l'Hardyi	*Perna Mulleti*
Toxaster complanatus	*Exogyra Couloni*
Panopaea neocomensis	*Terebratula praelonga*
Pholadomya elongata	*Rhynchonella lata*
Gervillia anceps	*Natica sublaevigata*
Trigonia longa	*Pleurotomaria neocomensis*
. . . . . *caudata*	*Pterocera pelagi*
Corbis corrugata	*Nautilus pseudoelegans*
Arca Gabrielis	*Ammonites radiatus.*

b. Grauer Thon und bunter Sand mit Braun- und Rotheisenerz; darin *Exogyra subplicata Röm., Ostrea Leymeriei, Toxaster complanatus* und einige andere Fossilien.

c. Blaulichgrauer Thon mit *Exogyra Couloni, Terebratula sella, Ostrea macroptera, Plicatula placunea* und *Toxaster complanatus;* darüber folgt endlich glaukonitischer und eisenschüssiger Sand.

Auch im Département der Yonne lässt nach Longuemar die Neocombildung noch eine sehr ähnliche Gliederung erkennen; dabei ist der Kalkstein der unteren Etage (namentlich bei Saint-Sauveur) durch sehr viele langschwänzige Krebse und durch viele Echiniden ausgezeichnet, von welchen jene durch Robineau-Desvoidy, diese durch Cotteau genau bestimmt und beschrieben worden sind.

Ausserhalb dieses durch die Champagne fortlaufenden Zuges ist die Neocombildung im Seinebassin besonders noch im pays de Bray (Oise) bekannt, wo sie, bei einer Mächtigkeit von 50 bis 60 Meter, wesentlich aus blauen und grauen, auch rothen und bunten Thonen, so wie aus eisenschüssigen, gelben, braunen oder rothen Sanden und aus Brauneisenerz besteht, und sowohl durch ihre Lagerung über dem Portlandkalk und unter dem Gault, als auch durch ihre Fossilien sehr wohl charakterisirt wird.

2. Gault im Bassin der Seine.

Der Gault folgt fast überall im Hangenden der Neocombildung, obgleich er auch bisweilen unmittelbar der Juraformation aufliegt. Er besteht wesentlich aus Thon und aus glaukonitischem Sande oder Sandstein, und unterscheidet sich durch seine organischen Ueberreste sowohl von den unter, als auch von den über ihm liegenden Gebirgsgliedern der Kreideformation.

Schon bei Wissant steht er als eine 20 bis 25 Fuss mächtige Ablagerung von dunkelgrauem mergeligem Thon an, in welchem sehr viel Eisenkies und, zumal in einer mittleren geringmächtigen Schicht, zahlreiche Fossilien vorkommen, welche mit denen der gegenüberliegenden Küste bei Folkstone übereinstimmen und gros-

sentheils sehr gut erhalten sind. Eben so ist er im Bas-Boulonnais an vielen Punkten bekannt.

Im Département der Aisne sind es, nach den Beobachtungen von Thorent und d'Archiac, meist graue kieselige Sandsteine, schwärzlichgraue Thone und glaukonitische Sandsteine, welche durch ihre Fossilien, wie z. B. *Trigonia aliformis, Inoceramus sulcatus*, als die Repräsentanten des Gault bezeichnet werden, und bei Mont-Saint-Jean etwa 110 Fuss Mächtigkeit erlangen. Denselben Charakter einer vorwaltend glaukonitischen Sandsteinbildung mit untergeordneten Thonlagern, die oft sehr feste, conglomeratartige Concretionen und viele organische Ueberreste enthalten, behauptet der Gault auch im Département der Ardennen, wo namentlich bei Novion, Machéroménil und Saulxce-aux-Bois sehr zahlreiche Fossilien vorkommen, wie z. B.

Trochocyathus conulus	*Nucula pectinata*
Plicatula radiola	*Natica Clementina*
Thetis minor	*Solarium moniliferum*
Panopaea inaequivalvis	*Hamites rotundus*
Inoceramus concentricus	*Ammonites Beudanti*
Trigonia aliformis	...... *mamillatus*
Arca fibrosa	...... *fissicostatus*
... *carinata*	*Nautilus Clementinus.*

In den Départements der Maas, der Haute-Marne und der Marne begegnen wir nach Buvignier und Cornuel ebenfalls meist glaukonitischen Sanden und Thonen, welche letztere zumal bei Vassy und Saint-Dizier über 60 Fuss mächtig sind. Mit ähnlichen petrographischen Eigenschaften setzt der Gault nach Leymerie durch das Département der Aube fort, wo der Grünsandstein gewöhnlich nach unten, der Thon nach oben liegt, während beide auch bisweilen mit einander wechseln oder in einander eingreifen, und ganz durch dieselben Fossilien charakterisirt werden, wie der Gault in Kent, Sussex und im Département der Ardennen.

Im pays de Bray bildet der Gault nur eine Reihe von einzelnen Stöcken, welche aus blaulichgrauem, kalkigem oder sandigem, oft kiesreichem Thon bestehen, und deren Fossilien, wie z. B.

Inoceramus sulcatus	*Hamites alternatus*
.... *concentricus*	..... *rotundus*
Nucula pectinata	*Ammonites splendens*
Dentalium decussatum	...... *Lyelli*
Rostellaria Parkinsoni	...... *Beudanti*
Solarium ornatum	...... *interruptus*
Hamites attenuatus	...... *inflatus*

gar keinen Zweifel über ihre eigentliche Stellung zulassen.

II. Obere Kreideformation im Bassin der Seine.

Auch im Bassin der Seine sind, wie in England, die Abtheilungen der oberen Kreideformation so innig mit einander verbunden, dass sich ihre Gränze nur selten bestimmt angeben lässt. Sie besitzen eine bedeutende Ausdehnung, indem sie sich von den Ausstrichen des Gault und der Neocombildung fast durch den ganzen Landstrich bis an die Küsten des Canals verbreiten; doch werden sie auf grosse Strecken von tertiären und neueren Bildungen bedeckt. Die Cenomanbildung wird abermals wesentlich durch den oberen Grünsand, die Turonbildung durch den Kreidemergel oder die *craie marneuse,* die Senonbildung durch die weisse Kreide und den hier und dort darüber liegenden Pisolithenkalk

gebildet. Bei der Schwierigkeit einer genauen Abgränzung dieser Bildungen werden sie von d'Archiac gemeinschaftlich in Betrachtung gezogen.

Am Cap Blanc-Nez unweit Calais ist der Kreidemergel in bedeutender Mächtigkeit und mit ganz ähnlichen Eigenschaften entblöst, wie gegenüber bei Dover und Folkstone, während der darunter liegende obere Grünsand weiter südlich bei Wissant als eine nur 3 Fuss mächtige glaukonitreiche Sandschicht über dem Gault zu beobachten ist, die weisse Kreide aber in mehren landeinwärts gelegenen Hügeln aufragt. Der Kreidemergel enthält unter anderen folgende Fossilien:

Siphonia pistillum Goldf.	*Ammonites varians*
Galerites globulus Des.	. . . . . . *Mantelli*
Discoidea subuculus	. . . . . . *rhotomagensis*
Inoceramus mytiloides	*Scaphites aequalis*
Terebratula carnea	*Turrilites tuberculatus.*

Auch im Boulonnais und überhaupt im ganzen Département des Pas de Calais sind die weisse Kreide und der Kreidemergel recht mächtig (obwohl weniger mächtig als bei Dover) entwickelt, wogegen der Grünsand und die beiden Abtheilungen der unteren Kreideformation nur eine sehr geringfügige Dicke erlangen. Durch einen Bohrbrunnen in Calais sind unter der fast 73 Meter mächtigen Bedeckung von tertiären und quartären Schichten, folgende Mächtigkeiten nachgewiesen worden:

Weisse Kreide . . .	91,50 Meter
Kreidemergel	140,74 . . . .
Oberer Grünsand. .	0,90 . . . .
Gault.	4,35 . . . .
Unterer Grünsand .	5,31 . . . .
	242,80 Meter.

Das Département der Somme wird hauptsächlich von der weissen Kreide gebildet, welche viele Flintknollen und einige untergeordnete Schichten von hartem, gelbem oder grauem Kalkstein umschliesst, auch nicht selten von natürlichen Schloten oder sogenannten Orgeln durchsetzt wird, die theils mit quartären, theils mit tertiären Schuttmassen ausgefüllt sind. Nach Buteux sind einige der wichtigsten Fossilien folgende:

Cidaris variolaris	*Terebratula carnea*
Galerites albogalerus	*Ostrea vesicularis*
Micraster cor anguinum	*Spondylus spinosus*
Ananchytes ovatus	. . . . . . *striatus*
. . . . . . *carinatus Defr.*	*Inoceramus Cuvieri*
Terebratula semiglobosa	. . . . *Lamarckii*
. . . . *Defrancii Brong.*	*Belemnitella quadrata*
. . . . *octoplicata*	. . . . *mucronata.*

Auch im Département der Oise würde nur die weisse Kreide zu beobachten sein, wenn nicht im pays de Bray bei Beauvais ein von Südosten nach Nordwesten gestreckter Sattel hervorträte, durch welchen alle tieferen Etagen der Kreideformation zugleich mit den oberen Etagen der Juraformation zu Tage heraufgedrängt worden sind. Man verdankt die genaueste Erforschung dieses interessanten Landstrichs den Untersuchungen von Graves, aus denen sich ergiebt, dass auch dort die Tüffeaukreide und die weisse Kreide nicht scharf getrennt sind. Doch wird die erstere durch viele Glaukonitkörner und zahlreiche Cephalopoden charakterisirt, unter denen besonders *Turrilites costatus* und *tuberculatus*, *Scaphites aequalis*, *Ammonites varians*, *peramplus*, *rhotomagensis*, *Mantelli*, so wie *Nautilus elegans* und *triangularis* sehr bezeichnend sind. Dagegen ist die weisse Kreide, über 120 Meter mächtig, mit allen ihren charakteristischen Eigenschaften, mit ihren Feuersteinen und Fossilien ausgebildet, obwohl sie im südlichen Theile des Land-

striches von weisser, fossilarmer und flintleerer Mergelkreide, und anderwärts, wie bei Breteuil und Domeliers von einem eigenthümlichen bräunlichgrauem, concretionärem Kalkstein unterteuft wird, welchen Graves *craie magnesienne* nennt. Die von demselben Geologen mitgetheilte Liste von Versteinerungen enthält 60 Species von Bryozoën und Korallen, *Marsupites Milleri*, *Bourgetocrinus ellipticus*, 2 Asterien, 12 Species von *Ananchytes*, 7 von *Micraster*, 9 von *Galerites*, 5 von *Cidaris*, 4 von *Cyphosoma*, ferner 16 Brachiopoden, 25 Conchiferen, 1 *Aptychus*, 4 Belemniten, 9 Serpeln, 2 *Pollicipes* und 18 Species von Fischen, welche letztere vollkommen identisch mit denen auf der anderen Seite des Canals sind; Ammoniten fehlen gänzlich.

Zwei lieues östlich von Beauvais, in Saint-Germain-Laversine wird die weisse Kreide von einem gelblichen Kalkstein bedeckt, welcher nach unten ziemlich hart und fest, nach oben zerreiblich und fast ganz aus Muschel- und Korallenschutt gebildet ist. Diess ist der Kalkstein von Laversine, welcher der Tuffkreide von Maestricht, dem Baculitenkalke des Cotentin und dem Pisolithenkalke entspricht, allein merkwürdiger Weise hier nur wenige Species mit der weissen Kreide, dagegen 12 Species mit dem turonischen Kreidemergel gemein hat.

Im Département der unteren Seine ist die weisse, mit zahlreichen Flintknollenlagen versehene Kreide sehr verbreitet; sie enthält noch Belemniten, Ananchyten u. a. Fossilien, aber keine Ammoniten. Bei Orival, Rouen und anderwärts wird sie von einer gelblichen, harten, feinkörnigen und selbst politurfähigen Varietät bedeckt, und geht nach unten durch graue flintleere Kreide in Kreidemergel über, welche weiter abwärts Glaukonit aufnehmen, und endlich in sandige glaukonitische Gesteine verlaufen. Am Hügel Sainte-Cathérine bei Rouen zeigt sich nach Passy unter den neueren Bildungen und über dem Gault folgendes Profil der oberen Kreideformation:

Weisse feuersteinreiche Kreide	60,0 Meter
Flintleere, mergelige z. Th. graue Kreide	30,0 . . .
Eine an Cephalopoden reiche Schicht . .	0,3 . . .
Glaukonitische Mergel und Sandsteine. .	35,0 . . .
	125,3 Meter.

Scharfe petrographische Gränzen sind zwischen diesen Gesteinen nicht vorhanden, und während in der mergeligen Kreide nach Passy Fossilien der weissen Kreide und der glaukonitischen Gesteine zugleich vorkommen, so finden sich an ihrer Basis in der Cephalopodenschicht unter anderen folgende Fossilien:

Galerites castanea Ag.	*Exogyra columba*
Holaster subglobosus Ag.	*Avellana cassis*
Terebratula carnea	*Hamites armatus*
Thetis major Sow.	*Ammonites Mantelli*
Trigonia scabra	. . . . . . *varians*
. . . . . *spinosa*	. . . . . . *rhotomagensis*
Pecten asper	*Nautilus elegans*
. . . . *orbicularis*	. . . . . *triangularis*
Ostrea carinata	*Turrilites costatus*.

Die genannten Cephalopoden gehen aber auch höher aufwärts durch die mergelige Kreide, in welcher noch ausserdem in verschiedenen Höhen viele Fossilien vorkommen, von denen nur einige angeführt werden mögen:

Siphonia pistillum und	*Micraster cor anguinum*
andere Amorphozoën	*Cidaris variolaris*
Discoidea subuculus	*Terebratula lyra*
Hemiaster bufo	. . . . *nuciformis*

Terebratula gallina	*Pecten asper*
. . . . *plicatilis*	*Neithea quinquecostata*
Exogyra columba	*Lima Hoperi*
Ostrea carinata	*Inoceramus striatus*
. . . . *serrata*	*Trigonia spinosa*
Spondylus striatus	*Pleurotomaria linearis.*

Im Département der Aisne zerfällt die weisse Kreide nach d'Archiac in zwei bestimmte Etagen, in eine untere, mehr mergelige, aber dabei feuersteinreiche Etage, und in eine obere, feuersteinleere Etage von weisser, erdiger, sehr homogener, undeutlich geschichteter und vielfach zerklüfteter Kreide. Die erstere erlangt 50, die andere 70 bis 80 Meter Mächtigkeit; in jener finden sich *Micraster cor anguinum, Ostrea vesicularis, Terebratula semiglobosa,* Scyphien und Foraminiferen; in dieser *Scyphia infundibiliformis, Ananchytes ovatus, Inoceramus Cuvieri* und *Belemnitella mucronata.*

Unter diesen beiden (senonischen) Kreide-Etagen erscheinen die (turonischen) Kreidemergel; welche eben so in zwei Etagen gesondert sind, von denen die untere aus einem hellgrauen, z. Th. sandigen und glaukonitischen Kalkmergel, die obere aus einem blaulichen Mergelthon besteht, welcher für die Wasserversorgung des ganzen Landstrichs eine grosse Wichtigkeit erlangt; beide zusammen sind nur etwa 20 Meter mächtig, und die untere Etage enthält, ausser 28 Species von Foraminiferen, *Ostrea vesicularis, O. frons, O. hippopodium, Exogyra lateralis, Plicatula aspera, Neithea quinquecostata, Pecten asper, P. membranaceus,* einige Serpeln und andere Fossilien.

Im Département der Ardennen zeigt die weisse Kreide überall die gewöhnlichen Eigenschaften, und unter ihr erscheinen die glaukonitischen Mergel, welche zwischen Attigny und Montblainville von der sogenannten Gaize (S. 977) unterteuft werden. *Pecten asper, Cassis avellana, Ammonites Mantelli* und andere Ammoniten beweisen den turonischen Charakter dieser unteren Mergel.

Die weisse Kreide erstreckt sich nicht bis in das Département der Maas, wo nur die Kreidemergel und die Gaize bekannt sind. Dagegen gewinnt sie im Département der Marne eine grosse Verbreitung, wo sie die einförmige Ebene der Champagne bildet, arm an Fossilien ist, und von blaulichgrauen Kreidemergeln unterteuft wird, welche ihrerseits bei Sainte-Menehould der Gaize aufgelagert sind. Am Mont-Aimé bei Vertus hat Viquesnel über der weissen Kreide den Pisolithenkalk (S. 983) nachgewiesen, welcher auch westlich von Vertus ein schmales Plateau bildet, dort gegen 50 Meter mächtig und reich an eigenthümlichen Fossilien ist.

Sehr vollständig und recht ausgeprägt ist die Entwickelung der oberen Kreideformation im Département der Aube, von wo sie durch Leymerie, Cottet und Senarmont beschrieben wurde. Sie bildet daselbst ein Plateau, welches auf der Ostseite durch einen Steilabfall begränzt wird, der das Département von NO. nach SW. durchsetzt. Die cenomane Abtheilung besteht aus lichtgrauen festen Mergeln mit *Ammonites Mantelli, A. rhotomagensis, A. varians, Turrilites undulatus* und einigen anderen Fossilien, die turonische Abtheilung aus mehr kreideähnlichen Mergeln mit *Micraster cor anguinum, Holaster subglobosus, Terebratula pisum, T. carnea, Spondylus spinosus, Inoceramus mytiloides, I. latus, I. Cuvieri* und *I. annulatus.* Die senonische Abtheilung zeigt die weisse Kreide mit häufigen Flintknollen und mit *Ananchytes ovatus, Magas pumilus, Ostrea vesicularis, Inoceramus Cuvieri* und *Belemnitella mucronata.*

Mit ganz ähnlichen Eigenschaften erscheint die obere Kreideformation im Département der Yonne, wo sie durch Picard und Longuemar genau erforscht worden ist, so wie in den Départements des Loiret, der Seine und Marne, und der Seine.

Bei Montereau im Dép. der Seine und Marne ist der Pisolithenkalk als oberstes Glied der Senonbildung ganz besonders verbreitet. In der Nähe von Paris aber hat der Ausstrich der weissen Kreide bei Meudon, welcher sich dort über Sèvres nach Saint-Cloud zieht, eine gewisse Berühmtheit erlangt, seit er von Cuvier und Al. Brongniart beschrieben worden ist. In dieser Kreide finden sich besonders häufig:

Ananchytes ovatus	*Crania parisiensis*
Micraster cor anguinum	*Ostrea vesicularis*
Terebratula carnea	*Inoceramus Cuvieri*
. . . . *octoplicata*	*Spondylus spinosus*
Magas pumilus	*Belemnitella mucronata.*

Auch bei Bougival und Port-Marly wird die weisse Kreide von dem Pisolithenkalke bedeckt, auf welchen dort Elie de Beaumont zuerst die Aufmerksamkeit lenkte, indem er ihn zugleich für ein Glied der Kreideformation erklärte. Seine scharfe Absonderung von der unterliegenden Kreide, seine ganz absonderliche Gesteinsbeschaffenheit und seine eigenthümliche Fauna veranlassten zwar andere sehr ausgezeichnete Geologen, ihn für tertiär zu halten; indessen scheint doch in neuester Zeit die Ansicht Elie de Beaumont's ziemlich allgemein adoptirt worden zu sein, obgleich d'Archiac noch immer manche Bedenken dagegen geltend macht. Hébert hat es hervorgehoben, dass unter 103 Species des Pisolithenkalkes 18 auch in der Kreide von Maestricht, und 20 bei Valognes, überhaupt aber 35 in entschieden cretacischen Ablagerungen anderer Gegenden vorkommen, während keine einzige Species mit Sicherheit für tertiär zu erklären ist. *Bull. de la soc. géol.* 2. *série, X, p.* 179. Sonach bestätigt sich wohl die schon früher von Hébert vertretene Ansicht, dass dieser Pisolithenkalk des Seinebassins mit der Tuffkreide von Maestricht, und mit dem Korallenkalkstein von Faxöe zu einer und derselben Bildung gehört, für welche von Desor der Name *terrain danien* vorgeschlagen wurde, unter dem sie auch von Alcide d'Orbigny als die letzte Abtheilung der Kreideformation eingeführt worden ist. Für uns bildet sie das Schlussglied der Senonbildung.

Wir übergehen die weiteren Verhältnisse der oberen Kreideformation im Bassin der Seine, wie sich solche noch in den Départements der Orne, des Calvados und der Eure herausstellen, weil sie nichts Besonderes darbieten, und beschliessen diesen Paragraphen mit einigen Bemerkungen über die, an das Seinebassin zunächst angränzenden Territorien der Kreideformation.

Das Bassin der Seine steht nämlich, unter der Bedeckung von Tertiärbildungen, einerseits nach Südosten mit dem Bassin der Loire, anderseits nach Norden mit dem belgischen Kreidegebiete in unmittelbarer Verbindung; allein die verschiedene petrographische Beschaffenheit und Gliederung der Kreideformation lässt vermuthen, dass schon während der cretacischen Periode eine Art von Absonderung zwischen diesen drei Bildungsräumen Statt gefunden haben müsse.

Das Bassin der Loire erfüllt ungefähr den Raum zwischen Cosne (Nièvre), Poitiers (Vienne), Angers und Argentan (Orne), ist aber grossentheils mit tertiären Bildungen bedeckt, so dass die Kreideformation nur am südlichen und westlichen Rande, so wie im Thale der Loire und in einigen anderen Thälern zu Tage austritt, wo sie, mit wenigen Ausnahmen, nur als Cenoman- und Turonbildung ausgebildet ist.

Die Neocombildung ist nämlich nur bei Cosne und Sancerre, als die un-

mittelbare Fortsetzung der durch die Champagne verfolgten Zone, vorhanden; der Gault scheint kaum irgendwo angedeutet zu sein; die Cenoman- und Turonbildung aber sind zu einer sehr bedeutenden und, namentlich die erstere zu einer sehr complicirten Entwickelung gelangt, so dass sie sich als die vorherrschende Abtheilung der Kreideformation in diesem Bassin zu erkennen giebt. Nach unten besteht sie aus glaukonitischem Sandstein, Sand und Thon (mit *Ammonites varians, A. rhotomagensis, Turrilites costatus, Scaphites aequalis, Holaster subglobosus etc.*), welche zumal in den Départements der Sarthe und Orne sehr verbreitet sind: darüber folgen ähnliche Gesteine, namentlich der *grès vert du Mans*, welcher durch den Reichthum an *Exogyra columba, Ostrea biauriculata* und *O. plicata* ausgezeichnet ist; als noch höhere (turonische) Etagen erscheinen besonders in der Touraine die *craie micacée* oder der Glimmermergel (S. 982), mit *Exogyra auricularis*, und die gelbe Kreide (S. 988), mit welcher dort die Turonbildung zu Ende geht, welche in den meisten ihrer Etagen ganz vorzüglich durch *Exogyra columba* und *Inoceramus mytiloides* charakterisirt wird. Die Senonbildung endlich ist nur an einigen Punkten bei Blois und Vendôme im Dép. des Loire und Cher bekannt, wo sie als weisse oder graue Kreide erscheint, welche der gelben Kreide aufgelagert ist.

In Belgien sind bis jetzt weder in dem Bassin der Schelde, noch in dem der Maas bis nach Aachen in Rheinpreussen die Neocombildung und der Gault nachgewiesen worden. Dort scheinen nur die Cenomanbildung, welche oft mit der sogenannten Tourtia (S. 971) beginnt, darüber die in verschiedenen thonigen und sandigen Etagen ausgebildete Turonbildung, sowie die Senonbildung vorhanden zu sein, welche bei Maestricht über der weissen Kreide mit der schon mehrfach erwähnten Tuffkreide (S. 988) zu Ende geht, und auch bei Aachen eine etwas eigenthümliche Ausbildung gefunden hat.

Ueber die vielfach besprochene Gegend von Aachen und Maestricht haben neuerdings F. Römer, Debey und Binkhorst interessante Mittheilungen veröffentlicht, aus denen sich ergiebt, dass die dortigen Schichten wohl nur der Senonbildung angehören. Wir entlehnen folgende Uebersicht aus der neuesten Abhandlung von Römer.

Die Kreideformation der Gegend von Aachen lässt wesentlich drei Glieder unterscheiden.

1. Das erste Glied ist eine, 300 bis 500 Fuss mächtige Ablagerung von gelbem und weissem Sande, welchem nach unten (im Lousberge und Aachener Walde) einzelne Sandsteinbänke, weiter aufwärts dunkle Thonschichten, und noch höher, wo der Sand sehr glaukonitisch ist, Bänke eines gelblichbraunen, von Conchylien erfüllten Kalksteins eingelagert sind. Der untere Sand ist zwar sehr arm an Conchylien, enthält aber doch verkieselte Schalen von *Turritella sexlineata, Trigonia aliformis* (oder *Tr. limbata* nach Triger) und *Neithea quadricostata*, welche Formen, zugleich mit *Belemnitella mucronata, Baculites anceps, Exogyra laciniata, Pholadomya caudata* und *Pecten virgatus*, auch in den oberen Kalksteinbänken vorkommen, weshalb Römer diese ganze Etage für senonisch erklärt, obgleich Müller und Debey solche mindestens für turonisch halten. (Müller, Monogr der Petref. der Aachener Kreideform. II, 1851, S. 54, und Debey, in Denkschr. der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, B. 16, 1859, S. 144 ff.). Triger sprach sich ganz in Römer's Sinne aus; *Bull. de la soc. géol.* [2.] *vol.* 15, p. 205 ff.

2. Das zweite Glied ist der Mergel von Vaels, ein weisser, lockerer, nach unten bisweilen glaukonitischer Kreidemergel von sehr schwankender, aber stellenweise bis über 100 Fuss steigender Mächtigkeit, welcher an seiner oberen Gränze viele, 2 bis 6 Zoll starke Lagen von schwarzem Flint enthält. Un-

ter seinen zahlreichen organischen Ueberresten sind *Belemnitella mucronata* und *Inoceramus Cripsii* besonders häufig; zu ihnen gesellen sich *Nautilus simplex, Terebratula carnea, Magas pumilus, Crania parisiensis, Ostrea vesicularis, Lima semisulcata* und andere, grösstentheils ächt senonische Formen.

3. Das dritte Glied endlich ist die bekannte Tuffkreide von Maestricht und Falkenberg, sowie der graue Mergel von Kunraed, welcher letztere sich zwar petrographisch von der Tuffkreide unterscheidet, paläontologisch aber als eine mit ihr völlig gleichzeitige Bildung erweist; denn

Baculites Faujasi	*Terebratula alata*
Nautilus simplex	.... *striatula*
Belemnitella mucronata	*Cassidulus lapis cancri*
Lima semisulcata	*Micraster cor anguinum*
Ostrea vesicularis	*Hemipneustes radiatus*

und andere Formen sind beiden Gesteinen gemein. Dass aber die Tuffkreide von Maestricht dem Mergel von Vaels aufliegt, und dass beide mit einander durch Uebergänge verbunden sind, diess ist durch die Aufschlüsse der Aachen-Maestrichter Eisenbahn erwiesen worden. Die Tuffkreide stellt also, wie F. Römer sagt, ein eigenthümlich entwickeltes locales Glied der Senonbildung dar, deren typische Entwickelung in der weissen schreibenden Kreide gegeben ist. Römer, Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. 7, 1855, S. 534 ff.; auch Neues Jahrb. der Min. 1845, S. 385 ff.

Damit stimmen die Ergebnisse vollkommen überein, welche neuerdings Binkhorst über das Territorium von Maestricht mitgetheilt hat. Dasselbe gehört nach ihm durchaus der Senonbildung, und besteht von unten nach oben aus:

1. dem Sande von Aachen (d. h. dem unteren, nicht glaukonitischen Sande),
2. dem Grünsande mit *Belemnitella mucronata,*
3. Mergel ohne Feuerstein, und Kreide mit Flintknollen,
4. Tuffkreide (*craie tuffeau*) von Maestricht und Falkenberg.

Die Tuffkreide, welche wesentlich aus Foraminiferen, Bryozoën, Entomostraceen, Nadeln von Spongien, feinem Muschelschutt u. s. w. besteht, liegt auf der weissen Kreide mit Flintknollen; ihre wohl erhaltenen Fossilien sind immer in gewissen Schichten angehäuft, welche durch andere, fossilarme Schichten getrennt werden. Nyst führte schon 345 Species auf, welche Zahl nach Binkhorst bis auf 797 steigt, worunter sich nicht weniger als 280 Bryozoën befinden. *Bull. de la soc. géol.* [2.] *t.* 17, 1860, p. 61 ff.

§. 433. *Kreideformation am Südwestrande des Centralplateaus von Frankreich und im Bassin des Rhône.*

Eines der interessantesten Territorien der Kreideformation Frankreichs ist unstreitig dasjenige, welches sich am südwestlichen Rande des primitiven Centralplateaus in der Richtung von SO. nach NW., von Gourdon bis nach Angoulême und weiterhin bis auf die Insel Oleron, auf 70 lieues Länge, bei einer mittleren Breite von 14 bis 15 lieues, erstreckt. Seine Schichten fallen im Allgemeinen nach Südwesten, und gruppiren sich nach d'Archiac in vier grosse Etagen, welche aber insgesammt als Glieder der oberen Kreideformation zu betrachten sind, so dass wir es hier nur mit dieser, auch in anderen Ländern oftmals allein und in grosser Mächtigkeit ausgebildeten Abtheilung der Kreideformation zu thun haben. Die tiefsten Schichten liegen unmittelbar auf der

Juraformation, aber keine einzige derselben ist weder als eine neocome, noch als eine gaultine Schicht charakterisirt. In paläontologischer Hinsicht ist dieses Territorium ganz besonders durch die ausserordentliche Menge von Rudisten ausgezeichnet, welche in mehren verschiedenen Etagen über einander auftreten. Bei solcher eigenthümlichen Ausbildungsweise dürfte eine etwas speciellere Betrachtung dieses Territoriums nicht ohne Interesse sein.

1. Cenomanbildung.

Erste Etage.*) Sie besteht nach unten aus grauem Thon und Schieferthon mit Eisenkies und Gypskrystallen, stellenweise auch (wie auf Isle d'Aix) mit Lignitschichten, höher aufwärts aus gelben oder grauen mergeligen Kalksteinen und aus kalkigen, glaukonitischen Sandsteinen, und endlich aus weissen, lockerkörnigen, aus gelblichen, dichten, und aus gelblichgrauen, harten, mit Quarzkörnern oder auch mit Glaukonitkörnern versehenen Kalksteinen, und zieht sich, mit einer mittleren Mächtigkeit von 30 Metern, aus dem nordwestlichen Theile des Dép. der Dordogne bis an die Meeresküste.

Als die wichtigsten Fossilien sind zuvörderst viele Rudisten, namentlich

Caprina triangularis Orb.	*Sphaerulites polyconilites* Bayle
. . . . . *adversa* Orb.	. . . . *foliaceus* Lam.

und mehre Caprotinen zu betrachten, weshalb d'Archiac (indem er die Lagerungsfolge von oben nach unten durchgeht) hier das dritte Rudisten-Niveau annimmt, welches also für uns das erste und Bayle's Horizont des *Sphaerulites foliaceus* ist, in dem die Radioliten und Hippuriten noch fehlen. Ausserdem finden sich noch besonders

viele Echiniden	*Exogyra columba*
Orbitolites conica	*Ostrea biauriculata*
Alveolina cretacea	. . . . *plicata*.

Zweite Etage. Auch sie zeigt eine recht manchfaltige petrographische Beschaffenheit, besteht aber doch in der Hauptsache nach unten aus hellgelbem, etwas sandigem und glaukonitischem Mergelkalkstein, mit zahlreichen Austern und Ammoniten, in der Mitte aus weissem oder graulichem Mergelkalkstein, endlich nach oben aus Kalkstein, welcher gegen Osten hin ausserordentlich weiss und rein, gegen Westen hin mehr gelb, dabei bald dicht oder semikrystallinisch, bald weich und zerreiblich und sehr reich an Rudisten ist, weshalb d'Archiac hier ein zweites Rudisten-Niveau annimmt, welches Bayle den Horizont des *Radiolites cornu pastoris* nennt. Bei Angoulême erreicht diese Etage eine Mächtigkeit von fast 70 Metern. Als die wichtigsten und oft in erstaunlicher Menge vorkommenden Fossilien verdienen erwähnt zu werden

nach unten:	nach oben:
Exogyra columba	*Radiolites angulosus* Orb.
Ostrea biauriculata	. . . . . *cornu pastoris* Bayle
. . . . *plicata*	. . . . . *lumbricalis* Orb.
Cardium productum	*Sphaerulites ponsianus* Arch.
Ammonites Fleuriausanus	

---

*) Die tiefsten cenomanen Schichten mit *Ammonites varians*, *A. rhotomagensis*, *Turrilites costatus*, *Scaphites aequalis*, *Holaster subglobosus* u. s. w. fehlen in diesem Territorio dessen erste Etage dem *grès vert du Mans* entspricht. Wir führen die Etagen noch nach d'Archiac auf, haben jedoch die durch Coquand und Bayle gegebenen Berichtigungen durch die Beziehungen derselben zu der Cenoman-, Turon- und Senonbildung einigermaassen anzugeben versucht, auch die Rudisten nach Bayle benannt.

2. Turonbildung.

Dritte Etage. Sie lässt sich ununterbrochen aus dem Dép. des Lot durch das der Dordogne, Charente und Charente inférieure verfolgen, und besteht nach unten aus harten, etwas sandigen und glaukonitischen, undulirt plattenförmigen Kalksteinen, welche aufwärts in mächtig und regelmässig geschichtete, sandige oder glimmerige und zugleich glaukonitische Gesteine übergehen, in denen graue oder schwärzliche Hornstein-Nieren regellos zerstreut sind; nach oben herrschen weisse, mergelige, daher weiche und fast zerreibliche, oft kreideähnliche Kalksteine. Die Mächtigkeit dieser Etage, welche der gelben Kreide der Touraine entspricht, beträgt im Dép. des Lot nur etwa 7 bis 8 Meter, steigt aber schon im Dép. der Dordogne bis zu 120 Meter, ist noch am rechten Ufer der Gironde recht bedeutend, sinkt aber schon weit vor der Meeresküste bis auf nichts herab.

Die organischen Ueberreste sind oftmals, die Amorphozoën immer verkieselt und sehr zahlreich; als einige der häufigsten hebt d'Archiac besonders hervor

nach unten:

Fxogyra auricularis, massenhaft	*Cucullaea Beaumonti*
Venus plana	*Holaster Fourneli*

in der Mitte:

Amorphozoën, viele Sp.	*Neithea quadricostata*
Micraster cor anguinum	*Spondylus striatus*
Terebratula alata	*Trigonia scabra*
. . . . *albensis*	*Lima santonensis*
Ostrea frons	. . . *Dujardini*
. . . . *proboscidea*	*Pleurotomaria santonesa*
. . . . *santonensis*	*Ammonites varians* u. a.

nach oben:

Viele Amorphozoën	*Ostrea vesicularis*
Viele Bryozoën	*Exogyra Matheroniana*
Ananchytes striatus	*Modiola Dufrenoyi*
Diadema Kleinii	Ammoniten, selten.

Nach Bayle liegt aber noch unter den Schichten mit *Exogyra auricularis* diejenige Rudistenzone, welche er den Horizont des *Hippurites cornu vaccinum* nennt, und welche durch

Hippurites cornu vaccinum	*Sphaerulites Sauvagesi*
. . . . . . *organisans*	. . . . *radiosus*

sowie durch mehre andere Sphäruliten und Hippuriten, auch durch *Caprina Aguilloni* charakterisirt wird. Diese turonische Rudistenzone ist es, welche die grösste Verbreitung besitzt, indem sie von Portugal durch ganz Südeuropa bis nach Griechenland und Kleinasien bekannt ist. Sowohl Bayle als auch Coquand rechnen dieselbe noch zu der unteren Abtheilung der oberen Kreideformation, indem sie alle Schichten über dem Gault in die zwei Abtheilungen der *craie inférieure* und *craie supérieure* bringen.

3. Senonbildung.

Vierte Etage. Sie hat die einfachste Zusammensetzung, indem sie fast nur aus gelblichweissem bis hellgelbem Kalksteine besteht, welcher bald hart, bald weich und zerreiblich, dicht oder aus spathigen und erdigen Theilen gemengt ist, und hier etwas Sand, dort etwas Glimmer oder Glaukonit enthält. Diese Kalksteinzone, welche im Dép. der Dordogne 80 Meter mächtig wird, verschmälert sich an ihrem östlichen und westlichen Ende bis auf 15 und 12 Meter.

Hier finden sich besonders die aus grossen Radioliten bestehenden Rudistenfel-

der, welche jedoch nach Bayle und Coquand in zwei verschiedenen Niveaus vertheilt sind, in deren unterem

Sphaerulites Höninghausii	*Radiolites fissicostatus*
. . . . *Saemanni*	. . . . . . *royanus*
. . . . *alatus* Orb.	. . . . . . *crateriformis*

auftreten, während das obere Niveau durch

Hippurites radiosus	*Radiolites Jouanetti*
Sphaerulites cylindraceus	. . . . . . *ingens* und
. . . . *Toucasi*	. . . . . . *Bournoni*

charakterisirt wird.*)

Ostrea vesicularis bildet im Norden, von Saint-Mametz bis an die Mündung der Gironde, eine sehr beständige Schicht, und dort sind auch viele Ueberreste von Echiniden und Bryozoën angehäuft; einige der wichtigsten Formen sind, ausser den bereits genannten,

Orbitolites media	*Neithea quadricostata*
Fungia polymorpha	*Pecten Dujardini*
Diadema Kleinii	*Cardium productum*
Ostrea larva	*Nautilus laevigatus*
Exogyra Matheroniana	*Ammonites lewesiensis.*
Lima maxima, über fussgross	

Vorstehende Darstellung des Territoriums der Kreideformation der Dordogne und Charente ist von Coquand und Bayle einer Kritik unterworfen worden, auf welche wir schon zum Theil Rücksicht genommen haben, indem wir die Senonbildung und Bayle's Rudistenzonen mit aufnahmen. Coquand hebt besonders hervor: d'Archiac nehme nur eine Gruppe, und in solcher vier Etagen an, die er sämmtlich der *craie inférieure* zurechnet; er dagegen erkenne zwei Gruppen und neun Etagen, von denen die vier letzten der *craie supérieure* angehören; und d'Archiac behaupte, die *craie chloritée* von Rouen sei nicht vorhanden; er dagegen behaupte ihr Vorhandensein. So viel ist wohl gewiss, dass das in Rede stehende Territorium alle drei Abtheilungen der oberen Kreideformation begreift, wenn auch in ihm die unterste Stufe der Cenomanbildung, ebenso wie die oberste Stufe der Senonbildung gar nicht zur Ausbildung gelangt sind. Coquand, in *Bull. de la soc. géol.* [2] *t.* 14, 1857, *p.* 747 *ff.*, *t.* 15, 1858, *p.* 571 *ff.* und *t.* 16, 1859, *p.* 945 *ff.*, welche letztere Abhandlung ein ausführliches Verzeichniss der im Dép. der Charente und Ch. inférieure vorkommenden 1013 Fossilien, sowie eine Liste derjenigen Species giebt, welche auch in den Bassins der Seine, der Loire und in Belgien bekannt sind.

Indem wir die Kreideformation am nördlichen Abfalle der Pyrenäen übergehen, weil manche ihrer Verhältnisse, seit der erst in neuerer Zeit erkannten Nothwendigkeit ihrer vollständigen Trennung von der Nummulitenformation, einer Revision zu bedürfen scheinen, so können wir es uns doch nicht versagen, das im südöstlichen Theile Frankreichs, in der Provence und im Dauphiné, so wie in den angränzenden Gegenden Savoyens und der Schweiz verbreitete Territorium in aller Kürze zu schildern, weil uns solches die Kreide-

*) Alcide d'Orbigny rechnete diese Etage schon zur Senonbildung, und betrachtete sie als vierte Rudistenzone, indem er schon eine solche Zone in der Neocombildung annahm. Wie massenhaft diese Rudisten auftreten, welche theils dicht an einander gedrängt, theils nur durch ein wenig Kreide verkittet ganze Schichten bilden, diess ergiebt sich daraus, dass die meisten Häuser des Dorfes Philippeaux bei Lamérac (Charente) gänzlich aus Hippuriten erbaut sind.

formation in einer ziemlichen Vollständigkeit, in einer oft sehr bedeutenden Mächtigkeit, und mit einer eigenthümlichen Facies erkennen lässt.

In der Provence sind nur die drei unteren Abtheilungen der Formation bekannt, von welchen besonders die Neocombildung ausserordentlich entwickelt ist, der Gault aber nur stellenweise eine grössere Bedeutung gewinnt.

Die meisten kleinen Bergketten, welche das Dép. der Rhônemündungen in ostwestlicher Richtung durchziehen, werden von der Kreideformation, und zwar hauptsächlich von der Neocombildung, constituirt, welche auch hier durch *Toxaster complanatus, Caprotina ammonia* u. a. Fossilien charakterisirt und oft sehr mächtig ist. Bei Orgon und an vielen anderen Punkten zeigen die weissen Caprotinen-Kalksteine eine vollkommene oolithische Structur. Bei Martigues ist ein Profil entblöst, in welchem von Süden nach Norden die vollständige Reihenfolge der drei unteren Abtheilungen der Formation zu verfolgen ist, nämlich:

a. die Neocombildung, als Kalkstein mit *Caprotina ammonia*, und als blaulichgrauer Mergel mit *Belemnites subfusiformis*;
b. der Gault als ein sehr eisenschüssiger Kalkstein, und
c. die obere Kreideformation als Kalkstein mit zahlreichen Fossilien, unter denen sich nach oben besonders viele Hippuriten und Radioliten, sowie zuletzt viele Foraminiferen auszeichnen.

Auch bei Cassis liegt im Thale der Bédoule ein sehr schöner Durchschnitt vor, in welchem namentlich der Gault weit deutlicher auftritt, welcher dort gleichfalls als Kalkstein ausgebildet ist.

Mit ähnlichen Eigenschaften setzt die Kreideformation nach Osten in das Dép. des Var fort, dessen grösseren Theil sie constituirt, um sich dann weiter nach Osten bis Nizza auszubreiten. Hier, im östlichen Theile des Département, lässt sich in der Linie von Grasse über Escragnolles nach Castellane, ungeachtet vieler Aufrichtungen und Windungen der Schichten, folgende Gliederung der Formation beobachten:

a. Neocombildung; bei Castellane weisse dichte Kalksteine, wechselnd mit grauen, gelblichen, und blaulichgrauen Mergeln; diese Schichten enthalten unter anderen folgende Fossilien:

Toxaster complanatus	*Ammonites cryptoceras*
Terebratula praelonga	. . . . . *Astierianus*
Crioceras Duvalii	. . . . . *Leopoldinus*
. . . . . *Emmerici*	*Belemnites subfusiformis*
Nautilus pseudoelegans	. . . . . *dilatatus.*

b. Gault; bei Escragnolles sehr glaukonitischer, daher fast schwärzlichgrüner Sand und Sandstein mit vielen Fossilien, von welchen wir nur einige namhaft machen wollen:

Holaster laevis	*Avellana incrassata*
Discoidea rotula	*Rostellaria Parkinsoni*
Terebratula sella (*biplicata*)	*Hamites rotundus*
Inoceramus concentricus	*Ammonites Lyelli*
Natica gaultina	. . . . . *Beudanti*
Solarium ornatum	. . . . . *mammillatus*
Pleurotomaria gurgitis	. . . . . *varicosus* Sow.

c. Cenomanbildung; bei Grasse besteht sie theils aus rauchgrauem, sehr dichtem, im Bruche muscheligem, theils aus weissem, fast krystallinischem Kalkstein, theils aus einem mergeligen Kalksteine, in welchem letzteren unter anderen folgende Fossilien vorkommen:

Orbitolites plana	*Exogyra columba*
Terebratula biplicata Sow.	. . . . . *haliotoidea*
Inoceramus striatus	*Ammonites rhotomagensis*
Neithea aequicostata	. . . . . *Couloni* Orb.
Cyprina ligeriensis	. . . . . *Mantelli*
Protocardia Hillana	*Turrilites costatus.*

In der Nähe von Castellane enthalten dieselben Schichten, ausser sehr vielen Exemplaren von *Exogyra columba*, auch noch *Pecten orbicularis, Arca carinata* u. a. Fossilien.

Bei Castellane sind wir schon in das Dép. der niederen Alpen eingetreten, in welchem nach d'Archiac gewöhnlich nur die Neocombildung und die Cenomanbildung nachzuweisen sind, während der Gault fehlt; die beiden vorhandenen Abtheilungen der Formation werden jedoch durch ihre Fossilien vortrefflich charakterisirt. Im Dép. von Vaucluse ist es besonders die Gegend von Apt, welche die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und auch den Namen für jene untere Etage des Gault geliefert hat, die Alcide d'Orbigny als ein selbständiges Glied der Kreideformation betrachtet wissen will (S. 969).

Auch im Dauphiné lassen sich die drei unteren Abtheilungen der Kreideformation nachweisen, von welchen namentlich die Neocombildung oft eine ganz ausserordentliche Mächtigkeit erlangt, während der Gault nur geringfügig ausgebildet ist, die in ihrer Zusammensetzung sehr veränderliche Cenomanbildung aber wieder in grösserer Bedeutung auftritt. Besonders interessant sind die Verhältnisse im Dép. der Isère, wo die z. Th. gewaltig dislocirte und in alpinischen Formen aufragende Formation durch Lory und Gras erforscht, und dabei von dem erstgenannten Geologen auch die Senonbildung nachgewiesen worden ist.

Die Neocombildung ist nach Lory im Dép. der Isère den mittleren Etagen der Juraformation aufgelagert, und besteht aus verschiedenen Kalksteinen und Mergeln mit *Toxaster complanatus, Caprotina ammonia*, Orbitoliten und anderen Fossilien. Der Gault lässt besonders zwei Etagen unterscheiden, von denen die untere, bei 5 bis 20 Meter Mächtigkeit, aus gelben, sandigen und körnigen Kalksteinen voll von Krinoidengliedern, Cidaritenstacheln, Korallen und Muschelfragmenten, die obere, meist sehr schmale und oft nur ein paar Decimeter mächtige Etage aus kalkigthonigen Sandsteinen mit denselben Fossilien wie bei Escragnolles besteht. Ueber ihm beginnt bei Villard-de-Lans und la Fauge die Cenomanbildung mit sandigem, glaukonitischem Kreidemergel und mit hellgrünem oder grünlichweissem Sandstein, welcher *Turrilites costatus, Ammonites varians, Avellana cassis* u. a. cenomane Fossilien enthält; dann folgen die sogenannten *lauzes*, dünnschichtige, oft sehr glaukonitische, und anfangs sandige, später mergelige oder kieselige Kalksteine, und endlich weisser, dichter, mit Hornstein-Nieren erfüllter Kalkstein ohne Fossilien. Bei Grenoble liegen diese *lauzes* und der sie bedeckende Kalkstein unmittelbar über dem Gault, und beide erweisen sich auch dort noch fossilfrei. Allein in den Bergen der Chartreuse entwickeln diese Gesteine immer mehr einen kreideähnlichen Habitus, bis sie endlich als wirkliche Kreide erscheinen, die unmittelbar auf dem Gault gelagert, und auch mit charakteristischen Versteinerungen versehen ist. Unter diesen befinden sich *Ananchytes ovatus, Inoceramus Cuvieri, Neithea quadricostata*, Hamiten und *Belemnitella mucronata*. Wo diese Schichten ihre kreideartige Beschaffenheit verlieren, und in härtere, dichte Kalksteine übergehen, da fehlen ihnen auch die Fossilien; aber an ihrem stetigen Zusammenhange mit den vorher genannten Gesteinen ist gar nicht zu zweifeln.

In den Départements des Ain, des Jura und des Doubs, sowie in den angränzenden Gegenden der Schweiz ist besonders die Neocombildung sehr entwickelt, welche auch am südlichen Fusse des schweizer Jura auftritt, wo sie bei Neuchâtel von Montmollin zuerst als eine selbständige Abtheilung der Kreideformation erkannt und beschrieben worden ist.

Dort besteht sie von unten nach oben aus gelbem und braunem Kalkstein mit einzelnen Körnern von Bohnerz, aus blaulichgrauen Mergeln, aus gelbem z. Th. auch röthlich und anders gefärbtem, oft oolithischem Kalkstein mit Zwischenlagen von gelben Mergeln, und endlich aus gelbem, dichtem Kalkstein, welcher letztere allein 40 Meter mächtig ist, während die Mächtigkeit aller tieferen Schichten fast eben so viel beträgt. Am besten lässt sich diese Schichtenfolge in der Schlucht beobachten, wo der Seyon am Berge von Chaumont heraustritt, am Schlosse von Neuchâtel, und von dort am Seeufer bis nach Neuville.

Da neuerdings von Marcou und Renevier die Parallelisirung des unteren Grünsandes in England mit der Neocombildung von Neuchâtel angefochten worden ist, so halten wir es für angemessen, hier noch die neueste Darstellung der typischen Neocombildung des Jura nach Marcou einzuschalten.

Im schweizer und französischen Jura lässt sich die Neocombildung, bei einer mittleren Mächtigkeit von 420 Fuss, in folgende drei Gruppen theilen.

1. Untere Etage, *Groupe de Sainte-Croix.*

a. *Marnes de Villars*; dunkelgraue Mergel, nach oben mit grauen Kalksteinen wechselnd, stellenweise mit kleinen Gypsstöcken; enthalten nur limnische Conchylien der Gattungen *Paludina*, *Physa*, *Cyclas*, *Anodonta* u. s. w.; sie bilden die oben (S. 953) erwähnte, von Lory nachgewiesene und der Wealdenformation verglichene Süsswasserbildung.

b. *Roches d'Auberson*; lichtgrauer und weisser, dichter, dickschichtiger Kalkstein, 80 Fuss mächtig, in der Mitte einige schwärzlichblaue Mergelschichten; *Toxaster Campichei* und *Terebratula biplicata* sind die häufigsten Fossilien.

c. *Limonite de Metabief*; mehr oder weniger eisenschüssiger, röthlichbrauner und gelber Kalkstein, 40 Fuss mächtig, mit *Ammonites Marcousanus Orb.*, *A. Gevrilianus Orb.*, *Nerinea Marcousana Orb.*, *Pholadomya Scheuchzeri Ag.*, *Pygurus rostratus Ag.*, *Hemicidaris patella Ag.* und anderen Fossilien.

2. Mittlere Etage, *Groupe du château*; diese Etage besitzt eine weit grössere Verbreitung, als die beiden übrigen, und wird sowohl durch ihre Gesteine, als auch durch ihre Fossilien so bestimmt charakterisirt, dass sie überall leicht zu erkennen ist. Der Schlossberg von Neuchâtel besteht aus ihr.

a. *Marnes d'Hauterive*; blaulichgraue oder gelbliche, weiche, unvollkommen schieferige Mergel; 30 Fuss mächtig, reich an Fossilien, zumal *Toxaster complanatus Ag.*, *Disaster ovulum Ag.*, *Holaster l'Hardyi Dub.*, *Peltastes punctata Des.*, *Cidaris punctata Röm.*, *Pyrina pygaea Ag.*, *Terebratula praelonga Sow.*, *T. Marcousana Orb.*, *Rhynchonella depressa Orb.*, *Exogyra Couloni Defr.*, *Trigonia caudata Ag.*, u. s. w.

b. *Roches d'Ecluse*; gelblicher, harter, stark zerklüfteter Kalkstein mit weissen Kieselnieren; 40 Fuss mächtig mit *Rhynchonella depressa*, *Exogyra Boussingaulti*, *Pecten Cottaldinus*, *Lima Royeriana*, *Venus Cottaldina*, *Cardium peregrinum* und anderen Fossilien.

c. *Pierre jaune de Neuchâtel*; schön gelber, wohlgeschichteter Kalkstein, der Baustein von Neuchâtel und Pontarlier; 60 Fuss mächtig, mit

sparsamen Fossilien, welche denselben Species angehören, wie unter a und b.

3. Obere Etage, *Groupe de Noirvaux*. Meist weisse und dichte, bisweilen oolithische, sehr harte Kalksteine mit Fragmenten von abgescheuerten Fossilien.

a. *Roches du Mauremont*; gelber Kalkstein und Mergel, 40 Fuss mächtig, mit *Toxaster Couloni*, *Pygurus productus*, *Cidaris clunifera*, *Caprotina Duboisi*, *Rhynchonella lata* u. a. Fossilien.

b. *Calcaires de Noirvaux-dessus*; sehr weisse Kalksteine, reich an Caprotinen, zwischen Couvet und Travers mit Asphalt imprägnirt; 110 F. mächtig; als Leitfossilien nennt Marcou *Caprotina ammonia* und *Radiolites neocomensis*.

Mit diesen Schichten geht die Neocombildung zu Ende. Marcou, *Sur le Néocomien dans le Jura*, 1858, *p.* 25 ff. Abstrahiren wir von den *Marnes de Villars*, so würde der untere Grünsand Englands besonders der mittleren Etage recht wohl entsprechen.

An der Perte du Rhône bei Bellegarde (Ain) liegt über der Neocombildung der schon im Jahre 1817 von Al. Brongniart als Grünsand beschriebene, aus mergeligem Kalkstein und aus glaukonitreichem, sandigem Thone bestehende Gault, welcher eine grosse Menge charakteristischer Versteinerungen enthält, weshalb dieser Punkt als eine classische Localität für das Vorkommen dieser Abtheilung der Kreideformation zu betrachten ist.

Ueber die Schichten der Kreideformation an der Perte du Rhône gab Renevier in den *Nouveaux Mém. de la soc. helvet. vol.* 14, 1855, eine treffliche Abhandlung mit einer sehr speciellen Karte, welche den besten Wegweiser bei dem Besuche dieser interessanten Gegend darbietet. Eine vollständige Monographie der fossilen Mollusken der Grünsandsteine der Umgegend von Genf erschien von Pictet (und Roux) in den Jahren 1847 bis 1852.

§. 434. *Kreideformation im nordwestlichen Teutschland.*

Nachdem wir in dem englischen und nordfranzösischen Territorio zwei Beispiele für die vollständige und normale, in den übrigen französischen Territorien ein paar Beispiele für die mehr oder weniger unvollständige Entwickelung der Kreideformation kennen gelernt haben, so wenden wir uns jetzt zur Betrachtung einiger ihrer nordteutschen Territorien, in welchen wir abermals einer sehr verschiedenartigen Ausbildung begegnen. Denn nur westlich von der Saale und Elbe sind beinahe alle Abtheilungen der Formation bekannt, während in Sachsen, Böhmen, Mähren und Schlesien bis jetzt hauptsächlich nur die obere Kreideformation nachgewiesen worden sein dürfte*). Wir werden uns besonders mit dem westphälischen, mit dem subhercynischen, mit dem sächsischen, böhmischen und mährischen Territorio beschäftigen.

A. Westphälisches Territorium der Kreideformation.

Rechnen wir zu diesem Territorio auch den Teutoburger Wald und dessen Ausläufer, so können wir sagen, dass innerhalb seines Bereiches alle fünf

*) In Schlesien hat Beyrich auch die Senonbildung erkannt.

Abtheilungen der Kreideformation, obwohl in sehr ungleicher räumlicher Verbreitung, vorhanden sind. Denn im Teutoburger Walde ist die Neocombildung durchaus, und der Gault wenigstens stellenweise nachgewiesen worden; in dem ganzen zwischen diesem Gebirge und dem Möhne- und Ruhrthale enthaltenen Landstriche aber herrscht nach Süden und Osten die Cenoman- und Turonbildung vor, während sich im Nordwesten die Senonbildung ausbreitet*).

I. Untere Kreideformation.

1. Neocombildung im Teutoburger Walde.

Ferdinand Römer hat im Jahre 1848 gezeigt, dass ein bedeutender Theil desjenigen Sandsteins, welcher, die Axe des Teutoburger Waldes bildend, von F. Hoffmann als Quadersandstein bezeichnet worden war, der Neocombildung angehört. Die grosse Armuth an organischen Ueberresten stand allerdings anfangs einer genaueren Bestimmung dieses Sandsteins entgegen, bis es dem genannten Geologen glückte, zuerst am Tönsberge bei Oerlinghausen (zwischen Bielefeld und Detmold), dann aber auch an vielen anderen Orten eine Anzahl von ächt neocomen Fossilien aufzufinden. Später hat er seine Untersuchungen weiter ausgedehnt, und die wichtige Thatsache festgestellt, dass der ganze Sandsteinzug, von Stadtberge über Willebadessen, Horn (Extersteine), Oerlinghausen, Bielefeld, Iburg bis nach Bevergern am nordwestlichen Ende des Teutoburger Waldes, die Neocombildung repräsentirt. Auch noch bei Rheine an der Ems, bei Bentheim und bei Oldenzaal in Holland gelang es ihm, diesen neocomen Sandstein nachzuweisen. Auch bestätigte er die schon früher von Hoffmann gemachten Beobachtungen, dass in einem grossen Theile seiner Erstreckung dieser Sandstein, zugleich mit allen ihn unterteufenden und bedeckenden Schichtensystemen, eine vollständige Ueberkippung erlitten hat.

Es ist diess ein meist gelber oder brauner, bisweilen auch weisser oder röthlicher Sandstein, welcher, in mächtige Bänke abgesondert, die höchsten Punkte des Gebirges, wie z. B. die Hünenburg bei Bielefeld, die grosse Egge bei Halle und den Dörenberg bei Iberg zusammensetzt. An der Hünenburg, wo seine Schichten 80° in Nordwest fallen, enthält er einzelne Lager eines feinkörnigen, aus erbsengrossen, abgerundeten Quarzkörnern mit eisenschüssigem Bindemittel bestehenden Conglomerates, und mancherlei organische Ueberreste, dergleichen überhaupt zwischen Bevergern und Oerlinghausen an vielen Punkten vorkommen, während sie von letzterem Orte bis zur Diemel sehr selten sind. Am häufigsten ist bei der Hünenburg eine handgrosse, stark gerippte *Lima*; ausserdem finden sich aber auch:

Rhynchonella depressa	*Pecten crassitesta*
Exogyra Couloni	*Belemnites subquadratus.*

*) Wir folgen bei der Schilderung der westphälischen Kreideformation den trefflichen Arbeiten, welche Ferdinand Römer theils im Neuen Jahrb. für Min. 1848, S. 786 ff. und S. 885 ff. theils in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, IV, S. 698 ff. und 728, besonders aber VI, S. 99 ff., mitgetheilt hat, in welcher letzteren Abhandlung eine vollständige Monographie der Kreidebildungen Westphalens geboten wird; sie erschien gleichzeitig in den Verhandl. des naturhist. Vereins für Rheinl. u. Westph. XI, 1854, S. 29 ff. Für die Cenoman- und Turonbildung benutzten wir die ausgezeichnete Abhandlung v. Strombeck's, in der genannten Zeitschrift der geol. Ges. XI, S. 27 ff.

Auch bei Halle werden mehre grosse Steinbrüche betrieben, in welchen Fossilien zwar nur selten, doch aber der genannte Pecten und *Crioceras gigas* gefunden worden sind; dazu kommt noch eine der *Pholadomya elongata* sehr ähnliche Muschel an der grossen Egge. Besonders wichtig sind die Steinbrüche am Barenberge bei Borgholzhausen, wo der braune Sandstein mit seinen untergeordneten Conglomeraten in senkrechten Schichten vortrefflich entblöst und recht reich an Versteinerungen ist, unter denen sich auch die folgenden befinden:

Toxaster complanatus	*Neithea atava*
Terebratula biplicata	*Gervillia anceps*
Rhynchonella depressa	*Isocardia neocomensis*
Exogyra Couloni	*Nautilus pseudoelegans.*

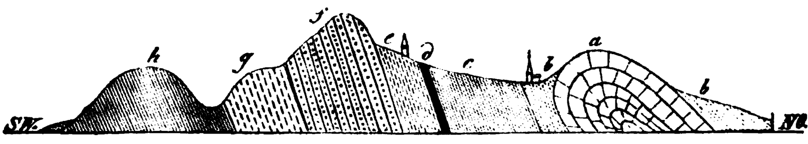
Eben so finden sich in den Steinbrüchen am Hülse, einem Bergrücken zwischen Osnabrück und Hilter, wenn auch nur sparsame, so doch hinreichende Fossilien in dem daselbst mehr hellfarbigen Sandsteine; darunter auch *Crioceras Emmerici*, *Ammonites Decheni* und *Perna Mulleti.* Von Iberg bis nach Tecklenburg scheinen alle organischen Ueberreste zu fehlen; allein bei Tecklenburg kommen wiederum entschiedene Neocomfossilien vor, so dass an der richtigen Deutung dieses ganzen Sandsteinzuges des Teutoburger Waldes gar nicht gezweifelt werden kann.

Die bezeichnendsten, an allen Punkten zwischen Oerlinghausen und Bevergern wiederkehrenden Fossilien des Sandsteins sind nach Römer:

Ammonites Decheni	*Exogyra Couloni* und
Belemnites subquadratus	*Avicula Cornueliana.*
Pecten crassitesta	

Diese und andere Formen gehören aber der Neocombildung überhaupt an, und beweisen unzweifelhaft, dass der Sandstein des Teutoburger Waldes eine dem Hilsthone im Alter gleichstehende, und nur petrographisch von ihm verschiedene Bildung ist.

Zur Veranschaulichung der sehr gestörten Lagerungs-Verhältnisse, in denen sich fast alle Formationen, vom Muschelkalke aufwärts bis zum Pläner, westlich von Bielefeld befinden, mag nachfolgendes, von Römer entlehnte Profil des Teutoburger Waldes bei Kirchdornberg dienen.



Jacobs B. Buse B. Kirchdornberg

a. Muschelkalk	*e.* Wealdenthon
b. Bunte Keupermergel	*f.* Neocomsandstein
c. Lias	*g.* Flammenmergel
d. Serpulitenkalk	*h.* Pläner.

Man sieht, wie der Muschelkalk in einem heteroklinen Sattel aufragt, mit dessen überkipptem südwestlichem Flügel eine allgemeine Ueberstürzung aller jüngeren Formationen beginnt. Bei Rheine und Bentheim findet jedoch wieder die normale Lagerung Statt, indem dort die nach Süd einfallenden Schichtensysteme regelmässig von Norden nach Süden über einander folgen. Dass aber der Berg von Gildehaus und der Bentheimer Schlossberg von demselben Neocomsandsteine gebildet werden, diess zeigte F. Römer schon früher im Neuen Jahrb. für Min. 1850, S. 415 und für Bentheim ebendaselbst 1855, S. 325.

2. Gault in Westphalen.

Da der Flammenmergel im Teutoburger Walde zwischen dem neocomen Sandsteine und dem turonischen Pläner liegt, so könnte er, dieser Lagerung zufolge, wenigstens theilweise als ein Vertreter des Gault zu betrachten sein. In der That ist auch anderweit diese Deutung des Flammenmergels vollkommen bestätigt worden, welche sich freilich am Teutoburger Walde, bei dem gänzlichen Mangel an organischen Ueberresten, nicht beweisen lässt. Dass aber dort wirklich Schichten vorkommen, welche auch paläontologisch als Gault charakterisirt sind, dafür hat F. Römer den Beweis geliefert, indem er in dem braunrothen lockeren Sandsteine, der bei Schwanei den Pläner vom Neocom-Sandsteine trennt (S. 976), einen Ammoniten, nämlich *Ammonites auritus*, nachwies, welcher bis jetzt nur im Gault vorgekommen ist.

Auch hat derselbe Geolog schon früher aufmerksam darauf gemacht, dass eine bei Rheine an der Ems bereits von Becks aufgefundene, über dem Hilsthone und unter dem Pläner liegende Grünsandschicht dem Gault angehören müsse, weil in ihr ein Ammonit vorgekommen ist, in welchem Beyrich mit Sicherheit den gaultinen *Ammonites interruptus* erkannte. Unter dieser Grünsandschicht liegen dunkle Schieferthone mit zahlreichen Nieren von Sphärosiderit, welche in der Nähe des Schlosses Bentlage bis 300 Fuss tief mit Schächten durchsunken worden sind, wobei eine Ammoniten-Species gefunden wurde, die im Dauphiné im unteren Gault bekannt ist. Auch bei Ochtrup ist durch Hosius das Vorkommen des Gault nachgewiesen worden (in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. XII, S. 53 f.), welches Römer schon früher vermuthete.

Besonders wichtig sind die von F. Römer, v. Strombeck und Ewald mitgetheilten Beobachtungen über die Fossilien der Gegend von Ahaus, wo der Gault aus einem Wechsel von Thonschichten und festeren Bänken besteht, welche letztere nach v. der Marck sehr vorwaltend von kohlensaurem Eisenoxydul gebildet werden. In diesem festeren Gesteine erkannten v. Strombeck und Ewald viele Cephalopoden und einige andere Fossilien, welche die Schichten von Ahaus als unteren Gault charakterisiren. Verhandl. des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande, XV, 1858, S. 443 f. und Monatsberichte der K. Preuss. Ak. der Wiss. 1860, S. 332 f.

Sonach ist denn der Gault als eine im nördlichen Westphalen sehr verbreitete Bildung nachgewiesen worden.

II. Obere Kreideformation.

3. Cenomanbildung in Westphalen.

Sie wird wesentlich durch Grünsand und durch Quadersandstein repräsentirt, und tritt längs der Ruhr und Möhne, von Mühlheim bis Wünnenberg, zu Tage aus, indem sie sich, mit etwa 3° nördlich einfallenden Schichten, in discordanter Lagerung über den steil aufgerichteten Schichten der Steinkohlenformation ausbreitet.

Diese untere Etage erscheint von Mühlheim über Essen bis Beleke, bei einer geringen Mächtigkeit*), hauptsächlich als ein äusserst glaukonitreicher,

*) Am Ausstriche ist sie allerdings oft unbedeutend, allein weiter einwärts nach Norden nimmt sie bedeutend zu, so dass sie in den nördlichen Kohlenschächten 6 bis 8 Lachter befunden worden ist.

dunkelgrüner Mergelsand und Sandstein, von Beleke bis nach Wünnenberg, bei allmälig zunehmender Mächtigkeit, als ein gelblicher oder bräunlicher, quarziger, doch stets glaukonitischer, bald lockerer, bald fester Sandstein, welcher dem Quadersandsteine anderer Gegenden sehr ähnlich ist*).

Bei Frohnhausen unweit Essen ist es ein sandiger, graulichgrüner Mergel von sehr geringer Consistenz, aber reich an vortrefflich erhaltenen Petrefacten; bei Billmerich und Fröhmern, südlich von Unna, ist es ein conglomerat- oder breccienartiges Gestein von gelber Färbung, welches in einzelnen, sich rasch auskeilenden Stöcken von 3 bis 4 Fuss Mächtigkeit über den Schichten der Steinkohlenformation liegt; bei Bausenhagen erscheint ein brauner, sehr eisenschüssiger, glaukonitischer Sand, der etwa 10 Fuss mächtig ist; weiter östlich gegen Wiehagen, in der Waterlappe bei Bremen, bei Himmelspforte, Günne und Wamel steht ausgezeichneter Glaukonitsand an; bei Rüthen endlich bildet Quadersandstein eine nach Süden steil abfallende Terrasse von 15 bis 20 Fuss Höhe, während er bei Wünnenberg bis 50 Fuss mächtig wird, und oft eine conglomeratähnliche Beschaffenheit annimmt. Becks, in Karstens und v. Dechens Archiv, Bd. VIII, 1835, S. 302 ff. Diesen allmäligen Uebergang aus fast losem Glaukonitsand in einen mehr oder weniger festen, quarzigen Sandstein beschreibt auch F. Römer ausführlich.

Nach v. Strombeck ist dieser Grünsand in zwei Abtheilungen zu trennen, von denen die untere, intensiv grüne und lockere, durch zahlreiche, eckige oder abgerundete, erbsen- bis nussgrosse Thoneisenstein-Geschiebe ausgezeichnet ist, während die obere nur etwa zur Hälfte aus Glaukonit besteht, etwas fester und frei von Eisensteinbrocken ist. Obgleich beide in der Hauptsache dieselben organischen Ueberreste enthalten, so ist doch die obere Abtheilung etwas ärmer an Species; namentlich fehlen ihr die Bryozoën und Amorphozoën.

Diese Etage ist nach F. Römer eine der belgischen Tourtia aequivalente und mit dem aufliegenden Pläner durch Uebergänge sehr innig verbundene Bildung der oberen Kreideformation. Folgende Fossilien hat sie mit der Tourtia gemein:

Manon peziza Goldf. — *Ostrea macroptera* Sow.
Terebratula canaliculata A. Röm. — . . . . *carinata* Lam.
. . . . . . *pectoralis* A. Röm. — *Exogyra lateralis* Dubois
. . . . . . *gallina* Brong. — . . . . . *haliotoidea* Goldf.
. . . . . . *Tornacensis* Arch. — *Arca isocardiaeformis* Nyst
. . . . . . *Nerviensis* Arch. — *Ammonites varians.* Sow.

Da nun auch die Lagerung und stellenweise, wie z. B. bei Bilmerich, die Gesteinsbeschaffenheit dieser Etage gänzlich mit jener der Tourtia übereinstimmt, so ist wohl die geognostische Identität beider Bildungen nicht zu bezweifeln, wie verschieden auch grösstentheils ihre petrographische Beschaffenheit sein mag.

Eine vollständige Liste der bei Essen vorkommenden Fossilien gab F. Römer in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. VI, S. 134 f. Zu den häufigsten Species der ganzen Etage gehören, ausser mehren Amorphozoën und Bryozoën, nach v. Strombeck die folgenden:

Ammonites Mayorianus Orb. — *Nautilus elegans* Sow.
. . . . . *varians* Sow. — . . . . *expansus* Sow.
. . . . . *Mantelli* Sow. — *Pleurotomaria perspectiva* Sow.

---

*) Chemische Untersuchungen der verschiedenen Gesteine der oberen Kreideformation Westphalens gab v. der Marck, in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. VIII, S. 180 ff.

Pleurotomaria Brongniartiana Orb.	*Ostrea carinata* Lam.
Arca isocardiaeformis Nyst	*Rhynchonella latissima* Orb.
Inoceramus striatus Mant.	. . . . *paucicosta* Röm.
Pecten asper Lam.	*Terebratula depressa* Lam.
. . . *orbicularis* Sow.	. . . . . . *Tornacensis* Arch.
. . . *Beaveri* Sow.	*Thecidium digitatum* Sow. bei Essen.
Spondylus striatus Goldf.	*Holaster carinatus* Orb.
Plicatula inflata Sow.	. . . . *subglobosus* Ag.
Exogyra lateralis Dub.	*Discoidea subuculus* Des.
Ostrea macroptera Sow.	*Cidaris vesiculosa* Goldf.

4. Turonbildung in Westphalen.

Pläner. Nirgends in Teutschland findet sich wohl diese Varietät der Kreidemergel in einer grösseren Stetigkeit entblösst und abgelagert, als in Westphalen. Längs des ganzen Haarstranges, von Essen bis nach Wünnenberg, in der Umgegend von Paderborn, und am südwestlichen Fusse des Teutoburger Waldes lässt sich die Plänerbildung fast ununterbrochen verfolgen, welche namentlich im Haarstrange eine breite, nach Norden sich sanft einsenkende, nach Süden oft steil abfallende Terrasse, und damit eine sehr charakteristische Reliefform zwischen dem Sauerlande und der westphälischen Ebene bildet.

Diese Plänerbildung liegt ganz gleichförmig, aber scharf gesondert, am Rande sogar bisweilen übergreifend, auf der vorher betrachteten Etage, aus welcher sie sich allmälig herausbildet. Nach v. Strombeck's neuesten Untersuchungen lassen sich in ihr vier verschiedene, sowohl petrographisch als auch paläontologisch charakterisirte Stufen unterscheiden.

a. Sie beginnt mit einem grauen, glaukonitfreien Kalkmergel, welcher meist sehr bröckelig und der Verwitterung stark unterworfen ist, hin und wieder aber auch festere Lagen enthält. Für dieses in seinem petrographischen Habitus sehr constante und bis 3 Lachter mächtige Gestein sind folgende wenige Fossilien bezeichnend:

Inoceramus mytiloides Mant., nach unten millionenweise, doch meist verdrückt.	*Discoidea subuculus* Des., selten.
. . . . . . *Brongniarti* Gldf., selten.	*Ammonites lewesiensis* Mant. bis zu 2 F. im Durchmesser.
Rhynchonella Cuvieri Orb., nach unten ebenfalls sehr häufig.	. . . . . *rhotomagensis* Defr., ist sehr selten.

b. Darüber folgen mit allmäligem Uebergange gelblichweisse, milde, dabei dickschichtige und von vielen Querklüften durchschnittene Mergel, welche zwar 20 bis 25 Lachter mächtig, aber sehr arm an organischen Ueberresten sind, von denen sich fast nur einzelne Exemplare des *Inoceramus mytiloides* und *I. Brongniarti* nennen lassen.

c. Ueber den vorhergehenden Mergeln breitet sich eine 6 bis 10 Lachter mächtige, aus sehr glaukonitreichem Mergel und Sandstein bestehende Ablagerung aus, deren Glaukonitgehalt nach unten am grössten, nach oben aber im Abnehmen begriffen ist. Diese Grünsandstein-Einlagerung*) des

*) Man glaubte bisher, dass im Pläner Westphalens zwei dergleichen Einlagerungen vorhanden seien, was jedoch durch v. Strombeck widerlegt worden ist. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. XI, S. 60 f.

Pläners gewinnt namentlich bei Werl, Soest und Unna eine grosse Bedeutung, liefert ein sehr gesuchtes Baumaterial, und ist reicher an Fossilien, als der vorausgehende weisse Mergel, obgleich solche nur folgenden wenigen Species angehören:

Micraster cor anguinum Ag.	*Spondylus spinosus* Desh.
Ananchytes ovatus Lam.	*Inoceramus Cuvieri* Sow.
Terebratula carnea Sow.	*Nautilus elegans* Sow.
Rhynchonella plicatilis Sow.	. . . . *simplex* Sow.
Exogyra lateralis Dub.	

d. Der Grünsandstein geht nach oben ganz allmälig, durch Zurücktreten und endliches Verschwinden des Glaukonites und durch Zunahme des Kalkgehaltes in graue, nach oben sehr thonige Mergel über, welche etwa 40 Lachter mächtig und stellenweise ziemlich reich an folgenden Fossilien sind.

Micraster cor anguinum Ag.	*Pleurotomaria distincta* Duj.
Ananchytes ovatus Lam.	*Nautilus elegans* Sow.
Inoceramus Cuvieri Sow.	. . . . *simplex* Sow.

Auch hat sich eine neue Ammoniten-Species gefunden, welche v. Strombeck einstweilen *Ammonites westphalicus* nennt.

Die Mächtigkeit der gesammten Plänerbildung beträgt also etwa 75 Lachter; v. Strombeck rechnet die unter c und d aufgeführten Glieder schon zur Senonbildung, während wir mit F. Römer einstweilen noch die ganze Etage als turonisch betrachten.

5. Senonbildung in Westphalen.

Ein noch grösseres Areal auf der Oberfläche, als der Pläner, nehmen in Westphalen andere Gesteine ein, welche über ihm liegen, und paläontologisch als Glieder der Senonbildung charakterisirt sind. In dem ganzen Gebiete zwischen dem Teutoburger Walde, der Lippe und Embsche, und einer von Mühlheim nach Rheine gezogenen Linie dürften sie den Untergrund des Landes bilden. An ihrer Gränze gegen den Pläner liegen mächtige Diluvialmassen, weshalb ihre Auflagerung auf dem ersteren nirgends zu beobachten ist. Sie zerfallen übrigens in zwei Etagen, eine untere, thonigkalkige, und eine obere, sandige.

a. Thonigkalkige Etage. Man kennt sie besonders zwischen der Embsche und Lippe bei Recklinghausen, westlich von Münster bei Coesfeld, Ahaus, Stadtlohn und Oeding, sowie südöstlich von Münster bei Stromberg und Beckum, an welchen Orten sie überall mit mehr oder weniger verschiedenen petrographischen Eigenschaften ausgebildet ist.

In dem Hügelzuge bei Recklinghausen besteht sie aus Mergeln, deren bathrologische Stellung als einer Aequivalentbildung der weissen Kreide durch ihre organischen Ueberreste bewiesen wird, zu welchen *Belemnitella mucronata*, *Ostrea sulcata*, *Apiocrinus ellipticus* und *Asterias quinqueloba* gehören.

In der Hügelgruppe der Baumberge bei Coesfeld wechseln gelblichweisse Mergel mit einem gleichfarbigen, kalkigen Sandsteine, welcher fossile Fische enthält, während die ausserdem vorkommenden Fossilien abermals für den Synchronismus mit der oberen Kreide sprechen; denn mit *Ananchytes ovatus* finden sich *Ostrea vesicularis*, *Inoceramus Cripsii*, *Belemnitella quadrata*, *B. mucronata* und *Baculites*

anceps; Ammonites lewesiensis, Turrilites polyplocus, Coeloptychium agaricoides und *Scyphia Decheni* beweisen die Uebereinstimmung dieser Schichten mit jenen, welche auf der Nordseite des Teutoburger Waldes die bekannte Hügelgruppe von Lemförde und Haldem bilden*).

Weit ähnlicher der weissen Kreide, und ihr am ähnlichsten unter allen im nordwestlichen Teutschland bekannten Gesteinen sind diejenigen, welche westlich von Coesfeld, bei Ahaus, sowie zwischen Stadtlohn und Wesecke auftreten; doch enthalten sie, ausser *Galerites albogalerus, Terebratula Mantelliana, T. pisum, T. Becksii* und *Inoceramus Lamarcki* nur sehr wenige Versteinerungen.

Abermals verschieden sind die zwischen der Ems, Lippe und dem Stever, bei Stromberg, Beckum, Oelde u. a. O. vorkommenden Schichten, welche aus grauen, an der Luft bald zerfallenden Mergeln, und aus dünnen Schichten oder Platten eines grauen festen Kalksteins bestehen, aber sehr arm an Fossilien sind, unter denen *Belemnitella mucronata* und *Baculites anceps* noch am häufigsten vorkommen. Auch finden sich *Micraster cor anguinum, Ammonites lewesiensis*, und Fische**).

b. Sandige Etage. Sie ist vorzüglich in der Hügelgruppe der Haard, zwischen Recklinghausen und Haltern, sowie in der Hügelgruppe der hohen Mark, nordwestlich von Haltern, und von dort aus bis nach Borken verbreitet, erscheint auch bei Coesfeld und Dülmen, und besteht vorwaltend aus Sand und Sandstein.

In der Haard ist es loser, gelber oder brauner Quarzsand, welcher mehre hundert Fuss mächtig wird, und faust- bis kopfgrosse verschiedentlich gestaltete, lagenweise geordnete Concretionen von Quarzit, kleine Platten von sandigem Brauneisenerz, sowie Bänke von rauhem, gelbem Sandstein umschliesst. Besonders häufige Fossilien sind *Pecten muricatus, Neithea quadricostata* und *Pinna quadrangularis*, deren verkieselte Schalen überall herumliegen; seltener finden sich *Exogyra laciniata, Trigonia aliformis, Pholadomya caudata, Turritella sexlineata, Callianassa Faujasii*, und Abdrücke von *Credneria*. — »Diese Versteinerungen«, sagt F. Römer, »lassen keinen Zweifel übrig in Betreff der allgemeinen Stellung der die Hügelgruppe der Haard zusammensetzenden Schichtenfolge. Die früher (von Hoffmann und Becks) aufgestellte Ansicht, als entspreche dieselbe dem Quadersandsteine Sachsens und Böhmens, wird dadurch völlig beseitigt. Alle genannte Arten, mit Ausnahme des *Pecten muricatus*, sind bekannte Arten der weissen Kreide«. Will man diese Schichten mit anderen vergleichen, so bieten sich als die nächsten die des Lousberges bei Aachen und des Aachener Waldes dar.

---

*) Das Gestein der Hügelgruppe von Lemförde und Haldem, 4 Meilen nordöstlich von Osnabrück, ist ein gelblichweisser, weicher, poröser Kreidemergel, welcher einen grossen Reichthum von Versteinerungen enthält, unter denen *Belemnitella mucronata, Ostrea vesicularis, Inoceramus Cripsii, Bourgetocrinus ellipticus, Ananchytes ovatus, Turrilites polyplocus* u. a. besonders häufig sind. F. Römer zählt überhaupt 75 Species auf, und bestätigt schliesslich die schon von Kner hervorgehobene Uebereinstimmung der Kreidemergel von Lemförde mit jenen von Nagórzany bei Lemberg in Galizien. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. VI, S. 207.

**) Eine lehrreiche Abhandlung über diese z. Th. schon von Agassiz beschriebenen Fische, welche in den Baumbergen und im Plateau von Beckum bei Sendenhorst vorkommen, gab v. der Marck, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. X, S. 231 ff.; in derselben werden auch die Crustaceen und die Belemniten der westphälischen Kreideformation besprochen. Ueber die Foraminiferen ist die bereits mehrfach citirte Abhandlung von Reuss, in den Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. zu Wien, B. 40, 1860, S. 147 ff. nachzusehen.

Dieselben sandigen Gesteine setzen die Hügelgruppe der hohen Mark zusammen, sowie die Reckenschen Berge, und die östlich von Haltern liegenden Borkenberge, in welchen der Sand ausserordentlich reich an Eisenoxydhydrat und an Concretionen von sandigem Brauneisenerz ist (S. 976). Von da lassen sie sich über Dülmen und Coesfeld bis nach Ahaus verfolgen.

B. Subhercynisches Territorium der Kreideformation.

I. Untere Kreideformation.

1. Neocombildung im Gebiete der subhercynischen Kreideformation.

In denen zwischen Westphalen und Sachsen liegenden Regionen Hannovers und Braunschweigs ist die Kreideformation besonders durch die Arbeiten Adolph Römer's bekannt worden*), als deren wichtigstes Resultat der damals zuerst gegebene Nachweis der Neocombildung im nordwestlichen Teutschland zu betrachten ist, welche Römer, nach ihrem hauptsächlichen Vorkommen in der Hilsmulde bei Alfeld, anfangs unter dem Namen des Hilsconglomerates und Hilsthones einführte, während er sie später in drei Etagen sonderte.

Diese Etagen sind von unten nach oben:

a. Hilskalkstein; gelblicher oder bräunlicher, bisweilen conglomeratartiger, harter Kalkstein, der nach oben oft in thonige, oolithische oder sandige, eisenschüssige Mergel übergeht.

b. Hilsthon; dichter, selten schieferiger, bis 1000 Fuss mächtiger Thon, welcher oft reich an Eisenerzen ist, und in der Hilsmulde viele Gypsstöcke enthält.

c. Hilssandstein; gelblicher oder weisser, meist feinkörniger Sandstein, der bisweilen Concretionen von Chalcedon oder (wie an der Fuhregge bei Delligsen) Lager von sandigem Gelbeisenstein umschliesst, und 25 bis 300 Fuss mächtig wird.

Die Fossilien dieser drei Etagen stimmen grossentheils mit denen der Neocombildung des südlichen Frankreich und anderer Gegenden überein. Synopsis der Mineralogie und Geognosie, 1853, S. 372. Indessen hat v. Strombeck neuerdings gezeigt, dass die oberste, als Hilssandstein aufgeführte Etage, welche mit dem unteren Quadersandsteine Beyrich's identisch ist, schon dem Gault zugerechnet werden muss.

Aus der Gegend von Braunschweig wurde durch v. Strombeck die Neocombildung zuerst beschrieben, als eine in der Hauptsache aus blaulichgrauem, z. Th. schiefrigem Thone bestehende Ablagerung von mehren hundert Fuss Mächtigkeit, welche nach oben stellenweise kleine Gypskrystalle und Lagen von Thoneisenstein-Nieren, Sphärosiderit und unreinem Kalkstein, aber wenige Fossilien, nach unten dagegen mehr stockartige Ablagerungen von blaulichgrauem oder gelblichbraunem Kalkstein, von Bohnerz oder oolithischem Eisenerz umschliesst, in denen sehr viele Fossilien vorkommen.

Als die häufigsten unter diesen Fossilien nannte v. Strombeck:

*) In dem Werke: Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges 1841.

Toxaster complanatus	*Exogyra Couloni*
Pyrina pygaea	*Pecten crassitesta*
Terebratula oblonga	*Neithea atava*
. . . . . . *depressa*	*Myopsis arcuata*
. . . . . . *sella*	*Belemnites subquadratus*
Ostrea macroptera	*Ammonites Astierianus.*

Die grösste Aehnlichkeit haben diese unteren Schichten in paläontologischer Hinsicht mit den unteren Neocomschichten der Schweiz, namentlich wie dieselben am Salève bei Genf vorkommen. Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 462 ff.

Nach Südosten und Süden hin scheint sich die Neocombildung von Braunschweig aus weit zu erstrecken; ja sie ist gegen Süden sogar noch am Harzrande von F. Römer und Beyrich erkannt worden.

Am nördlichen Harzrande erscheint die Neocombildung in dem Striche von Goslar und Ocker bis Neustadt. Ihre tiefsten, aus hartem Kalkstein bestehenden Schichten werden von lockerem, oft sehr glaukonitischem Sande, Thone, Thonsande und Mergel überlagert, welche unregelmässige Concretionen von festeren Gesteinen, und viel Eisenerz enthalten; es sind dieselben Ablagerungen, welche in der Gegend von Salzgitter so reiche Eisensteinlager umschliessen. Alle diese Schichten, welche nur zu beiden Seiten des Ockerthales und Radauthales, bei Ocker und Neustadt bekannt sind, vereinigte Beyrich unter dem Namen der Hilsbildungen zu einer Etage. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. III, S. 569.

Weiter ausgedehnte Untersuchungen haben später v. Strombeck zu folgenden allgemeinen Resultaten über die subhercynische Neocombildung gelangen lassen*). Sie zerfällt dort in drei verschiedene Abtheilungen, von denen besonders die mittlere durch viele und gut erhaltene organische Ueberreste ausgezeichnet ist.

a. Untere Abtheilung. (Unterer Hils, Hilsconglomerat z. Th.) Sie liegt da, wo die Wealdenformation fehlt, unmittelbar auf den Kimmeridge-Kalksteinen der Juraformation, und besteht bei Gross-Vahlberg an der Asse, als einer typischen Localität, aus dicken Kalksteinbänken, zeigt auch theilweise eine etwas andere Fauna, als die folgende Abtheilung, wie ihr denn namentlich der für diese Abtheilung so bezeichnende *Toxaster complanatus* noch fehlt.

b. Mittlere Abtheilung. (Mittler Hils, Hilsconglomerat und Hilsthon z. Th.) Sie besteht nach unten aus abwechselnden Schichten von Kalkstein und sandigem Mergel, in denen viele Fossilien vorkommen, nach oben dagegen aus fossilarmem Thone, und ist besonders bei Berklingen unweit Schöppenstedt sehr gut zu beobachten. Die häufigsten und daher wichtigsten organischen Ueberreste dieser Abtheilung sind, ausser massenhaft vorkommenden Bryozoën und Korallen,

Toxaster complanatus	*Rhynchonella depressa*
Pyrina pygaea	*Avicula Cornueliana*
Holaster l'Hardyi	*Exogyra Couloni*
Terebratula oblonga	. . . . . *Tombeckiana*
. . . . . . *sella*	. . . . . *Boussingaulti.*

Diese und andere Fossilien, von denen im Neuen Jahrb. für Min. 1854, S. 641 ff. viele Echiniden aufgeführt werden, setzen es ausser allen Zweifel, dass diese Ab-

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VI, S. 264 f. und XIII, S. 22 und 27.

theilung den *Marnes d'Hauterive* des Jura entspricht. Der obere fossilarme Thon lässt noch am öftersten *Belemnites pistilliformis* und *B. subquadratus* erkennen.

c. Obere Abtheilung. (Oberer Hils, Hilsthon z. Th.) Sie beginnt mit mächtigen fossilarmen Thonen, über welchen andere Thonschichten reich an *Exogyra Couloni* (*var. aquila*), *Pecten crassitesta, Belemnites pistilliformis,* dann abermals fossilarme Thone, und endlich Thone folgen, welche *Crioceras Emmerici, Belemnites brunsvicensis, Pecten crassitesta, Thracia Phillipsi, Serpula Phillipsi* u. a. Fossilien enthalten.

Zu dieser Abtheilung gehören auch die mächtigen, mit Thonschichten wechselnden Eisensteinlager der Gegend von Salzgitter, welche oben S. 999 erwähnt wurden, sowie als ein locales Anfangsglied die durch ihre Versteinerungen berühmt gewordene eisenreiche Schicht des Elligser Brink bei Delligsen.

2. Gault der subhercynischen Kreideformation.

Ueber den Gault der subhercynischen Gegenden insbesondere und des nordwestlichen Teutschland überhaupt verdankt die Wissenschaft die vollständigsten Aufklärungen vorzüglich den unermüdlichen Forschungen v. Strombeck's*). Während man früher fast nur den Flammenmergel als den alleinigen Repräsentanten des Gault betrachten zu können glaubte, so hat uns v. Strombeck diese Etage der unteren Kreideformation in einer sehr reichhaltigen und mächtigen Entwickelung kennen gelehrt. Zwar sind es grösstentheils nur Thone, welche sehr vorwaltend die ganze, 500 bis 1000 Fuss mächtige Bildung zusammensetzen; allein durch gründliche paläontologische Studien gelang es dem ausgezeichneten Forscher, auch in dieser einförmigen Thonbildung bestimmte Glieder zur Unterscheidung zu bringen. Als letztes Glied erscheint fast überall der Flammenmergel, während der sogenannte Unterquader, eine ausgezeichnete Sandsteinbildung, am nördlichen Harzrande als eines der mittleren Glieder erkannt worden ist. Ueberhaupt aber lässt sich für diese mächtig entwickelte Gaultformation eine dreifache Eintheilung geltend machen**).

a. Unterer Gault. Derselbe besteht wesentlich nur aus Thon, Schieferthon und thonigen Mergeln, und zeigt gewöhnlich folgende Gliederung.

α. Thon mit *Belemnites brunsvicensis.* Ueber dem oberen Hilsthone liegt ein dunkel blaulichgrauer sehr zäher Thon, welcher oft reich an grossen Gypskrystallen (bei Ochtrup in Westphalen auch an Nieren von Sphärosiderit) und das Aequivalent des oberen Speeton-Clay ist. Derselbe erfüllt den Busen zwischen der Asse und dem Elm, erstreckt sich über die Gegend von Braunschweig und erscheint auch wieder bei Ochtrup in Westphalen***). Seine organischen Ueberreste sind, mit Ausnahme des *Belemnites brunsvicensis,* sehr vergänglich und hinfällig; der genannte Belemnit aber erscheint ausserordentlich häufig und liefert ein vortreffliches Kennzeichen dieses Thones.

---

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, S. 508 ff., VI, S. 672 ff., VIII, S. 483 ff., XIII, S. 20 ff., auch Neues Jahrb. für Min. 1850, S. 160 ff. und 1857, S. 641 ff.

**) Auch Ewald unterschied einen unteren, mittleren und oberen Gault. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VIII, S. 160.

***) Nach Hosius, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. XII, S. 52 f.

β. Fossilfreie Thone. Ueber dem belemnitenreichen Thone liegt im Herzogthume Braunschweig ein ähnlicher, aber bis jetzt fossilfrei befundener Thon; dann folgt ein dunkel blaulichgrauer Schieferthon, welcher zwar nur undeutliche Reste von organischen Körpern enthält, dennoch aber durch seine schieferige Structur, seine geringe Verwitterlichkeit und durch sehr häufige, nuss- bis faustgrosse Nieren eines schwefelgelben Mergels recht wohl charakterisirt ist. — Bei Olhey, in der südöstlichen Verlängerung des Salzgitterschen Höhenzuges, scheint dieser Schieferthon durch gelblichgrauen Thon mit *Ammonites Martini* und *Am. Deshayesi* vertreten zu werden.

γ. Gargas-Mergel. Als letztes Glied des unteren Gault tritt ein schmales Schichtensystem auf, welches durch v. Strombeck als das vollkommene Aequivalent der Gargas-Mergel (bei Apt im Dép Vaucluse) erkannt worden ist. Diese Schichten erscheinen vorwaltend als milde, meist schneeweisse, selten licht fleischrothe Thonmergel, welche an der Luft rasch zerfallen, nur 6 bis 16 Fuss mächtig, aber reich an folgenden Fossilien sind:

Belemnites Ewaldi, sehr häufig
Ammonites Nisus, häufig
. . . . . *Deshayesi*, häufig
. . . . . *Martini*
. . . . . *Thetys*
Toxoceras Royerianum, häufig
Avicula aptiensis, häufig
Rhynchonella lineolata
Terebratula Moutoniana, sehr häufig
. . . . . . *hippopus*
Terebratulina Martiniana.

Am besten aufgeschlossen sind diese Mergel bei Olbey unweit Liebenburg (südöstlich von Salzgitter), bei Lehnshop zwischen Braunschweig und Königslutter, bei Mastbruch vor dem Steinthore von Braunschweig, bei Bannsleben unweit Schöppenstedt, bei Bettmar unweit Vechelde, bei Duingen u. a. O.

b. Mittlerer Gault. Dieser erscheint in zwei verschiedenen Facies, als Sandstein und als Thon; die erstere findet sich am nördlichen Rande des Harzes, die andere in grösserer Entfernung bei Wolfenbüttel, Braunschweig, Peine, Hildesheim, Hannover u. s. w.

α. Unterquader. Am nördlichen Harzrande von Goslar bis Langelsheim wird die tiefste sichtbare Etage der Kreideformation von einem Sandsteine gebildet, welchen Beyrich als unteren Quader einführte und anfangs für cenoman, dann für neocom erklärte; (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 320 und III, S. 569). Es ist ein weisser oder gelber, oft etwas glaukonitischer, dickschichtiger Sandstein, welcher zwar bisweilen in losen Sand übergeht, gewöhnlich aber fest ist, daher einen guten Baustein liefert und oft in pittoresken Felsen aufragt. Der nämliche Sandstein ist es, mit welchem die Kreideformation auch in der Gegend zwischen Halberstadt, Blankenburg und Quedlinburg beginnt, wo derselbe in einem, von Langenstein über Quedlinburg bis gegen Badeborn laufenden Sattel zu Tage austritt, in dessen Axe auch die Keuper- und Liasformation entblöst sind*). Eben so tritt dieser Sandstein nordwestlich von Langelsheim am Heinberge, von Bodenstein bis Binder, und am Hilse auf, wie er denn auch nordöstlich von Goslar am Fallsteine bei Hornburg vorhanden ist.

Aber nur in den genannten Gegenden ist es ein mehr oder weniger reiner Quarzsandstein; weiter hinaus, wie zwischen Hornburg und der Asse, geht derselbe in einen thonigen Sandstein über, und noch weiter, zwischen der Asse und dem Elm, da erscheint an seiner Stelle ein blaulichgrauer Thon; wodurch denn der Uebergang aus der psammitischen in die thonige Facies vermittelt wird.

*) Beyrich, in Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 320 und III, S. 569.

Die richtige Altersbestimmung dieses subhercynischen Unterquaders wurde durch seine Armuth an Versteinerungen erschwert, dergleichen nur als grosse Seltenheiten vorkommen, so dass man bis jetzt nur ein paar Ammoniten kennt, welche als *Ammonites tardefurcatus* und *Am. Milletianus* bestimmt worden sind. Wenn ihn schon beide Species in den Gault verweisen, so wird diese seine Stellung durch die von v. Strombeck nachgewiesenen Lagerungs-Verhältnisse ausser allen Zweifel gesetzt. Bei Hornburg sowie zwischen Harzburg und Ocker ist seine Auflagerung auf dem Hilsthone zu beobachten; bei Bodenstein aber wird er von Thonen mit *Belemnites minimus*, also von obergaultinen Schichten bedeckt, über denen der Flammenmergel folgt (Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, 504 ff.); bei Olhey endlich und bei Spechtsbrink sind die Gargas-Mergel als sein unmittelbares Liegendes erkannt worden (Neues Jahrb. für Min. 1857, 656 und Zeitschrift der geol. Ges. XIII, 54). Aus allen diesen, besonders aber aus den beiden zuletzt angeführten entscheidenden Beobachtungen ergiebt sich mit der grössten Evidenz, dass der subhercynische Unterquader eine psammitische Facies der mittlern Abtheilung des dortigen Gault ist.

β. Thone des mittleren Gault. Dass der Unterquader nach Norden allmälig in thonige Sedimente übergeht, dies wurde bereits erwähnt. In dieser thonigen Facies des mittleren Gault unterscheidet v. Strombeck zwei Stufen, welche zwar petrographisch kaum verschieden sind, weil sie beide aus grauem Thone mit Nieren von Thoneisenstein bestehen; doch ist nach unten der bis 1½ Fuss grosse *Ammonites Milletianus* und sein seltener Begleiter *Am. Cornuelianus* sehr vorwaltend, während *Am. tardefurcatus* und *Am. regularis* bis jetzt nur nach oben, aber dort ungemein häufig vorgekommen sind, und nur selten eine der beiden ersteren Species zwischen sich erkennen lassen.

c. Oberer Gault. Diese Abtheilung zerfällt in zwei sehr wohl unterscheidbare und überall leicht erkennbare Etagen, nämlich in den Thon mit *Belemnites minimus* und in den Flammenmergel.

α. Thon mit *Belemnites minimus*. Dieser Thon ist grau mit einem Stich in das Grünliche, er zergeht im Wasser zu einem dünnen Brei, braust lebhaft mit Säuren, und umschliesst zahlreiche koprolithenähnliche Concretionen, aber keine Eisenstein-Nieren. Bei einer Mächtigkeit von 50 Fuss und darüber hat er eine bedeutende Verbreitung zwischen dem Elm und der Asse, in der Umgebung des Fallsteins, bei Braunschweig, im Höhenzuge von Salzgitter, und am Heinberge.*) Besonders ausgezeichnet ist er durch das, zumal in der Mitte, massenhafte Vorkommen des *Belemnites minimus*; wo nur ein Wasserriss oder ein Graben in den Thon einschneidet, da finden sich in grosser Menge die keulenförmigen Gestalten dieses Fossils. Bei Bodenstein gesellen sich zu ihm noch *Ammonites auritus*, *Hamites rotundus*, *H. intermedius* und *Corystes Stockesi*, welcher Krebs auch bei Folkstone im Gault bekannt ist.

β. Flammenmergel. Dieses letzte und petrographisch sehr ausgezeichnete Glied des Gault ist ein hellgrauer, dabei dunkel gestreifter und geflammter, thonigsandiger und kalkarmer, an der Luft zerbröckelnder Mergel, welcher eine Mächtigkeit von 100 bis 400 Fuss erreicht, und im nordwestlichen Teutschland von Goslar an durch das Herzogthum Braunschweig, das südliche Hannover und nördliche Westphalen bis nahe an die Gränzen von Holland fortsetzt.

Bei seiner gewöhnlichen Armuth an Petrefacten war man anfangs unsicher darüber, welcher Abtheilung der Kreideformation dieser Flammenmergel einzuordnen

*) Auch bei Rheine und Ochtrup in Westphalen ist dieser Thon ganz mit denselben Eigenschaften nachgewiesen worden.

sei, und auch nachdem bei Langelsheim drei gaultine Fossilien in ihm gefunden worden waren, sprach sich F. Römer im Jahre 1851, sowie zwei Jahre später v. Strombeck nicht ohne Bedenken dahin aus, dass er wohl zum Gault gehören könne; (Neues Jahrb. für Min. 1851, S. 309, und Zeitschr. der deutschen geol. Ges. V, S. 508). Erst im Jahre 1855 gelangte v. Strombeck durch die im Eisenbahn-Einschnitte von Neu-Wallmoden bei Bodenstein gewonnenen Fossilien zu der Ueberzeugung, dass der Flammenmergel das oberste Glied des Gault sei (Zeitschr. VI, S. 672). Diese Ansicht wurde von ihm später ausführlich begründet, indem er viele an verschiedenen Orten vorgekommene Petrefacten bestimmte, unter denen z. B.

Ammonites lautus	*Turrilites Puzosianus*
. . . . . . *tuberculatus*	*Inoceramus concentricus* und
. . . . . . *splendens*	. . . . *sulcatus*

ausschliesslich den Gault charakterisiren, während einige andere Formen, wie *Ammonites Mayorianus* und die äusserst häufig, ja millionenweise vorkommende *Avicula gryphaeoides* auch noch in der Cenomanbildung auftreten.

Hierdurch war es denn erwiesen, dass der Flammenmergel das oberste Glied des Gault ist; zugleich aber ergab sich aus v. Strombecks Untersuchungen, dass diese ganze Abtheilung der unteren Kreideformation im nordwestlichen Teutschland eine früher nicht geahnete Mächtigkeit und Verbreitung besitzt. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. VIII, 483 ff. und XIII, 21.

II. Obere Kreideformation.

Auch über die obere Kreideformation der subhercynischen Gegenden haben wir die neuesten und sichersten Aufschlüsse den gründlichen Forschungen v. Strombeck's zu verdanken *); namentlich gilt diess in Betreff der Cenoman- und Turonbildung, während unsere Kenntniss der dortigen Senonbildung auch durch Beyrich gefördert worden ist. Dabei haben sich viele recht interessante Uebereinstimmungen zwischen dem subhercynischen und westphälischen Territorio herausgestellt, obgleich sich manche petrographische und auch einige andere Verschiedenheiten ergaben.

3. Cenomanbildung der subhercynischen Kreideformation.

Sie wird, fast eben so wie in Westphalen, vorwaltend von einem Theile des Pläners gebildet, unter welchem jedoch vielorts glaukonitische, sandige Mergel als Vertreter des Grünsandes auftreten. Uebrigens ist sie in den subhercynischen Gegenden vollständiger entwickelt, als in Westphalen, indem sich dort über den Schichten mit *Ammonites varians* noch ein selbständiges, durch *Am. rhotomagensis* charakterisirtes Glied einschaltet. Ueberhaupt aber lassen sich folgende Glieder unterscheiden.

a. Grünsand, analog der Tourtia. Glaukonitreiche, daher grüne, thonige Sande und dergleichen Mergel, wie sie besonders im Goldbachthale bei Langenstein, bei Langelsheim unweit Goslar und an der Steinholzmühle bei Quedlinburg gut aufgeschlossen sind **). Diese subhercynische Tourtia ist im Allgemeinen ärmer

---

*) Vergl. dessen Mittheilungen in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IX, S. 415 f. und S. XI, 64 ff.

**) Schon Geinitz hat aufmerksam darauf gemacht, dass der glaukonitische Mergel bei der Steinholzmühle als ein Aequivalent der belgischen Tourtia zu betrachten sei.

an Fossilien, als die westphälische, auch minder scharf von den darauf folgenden Schichten getrennt; zu ihren häufigeren Versteinerungen gehören:

Terebratula tornacensis Arch. *Avicula gryphaeoides* Sow.
Rhynchonella latissima Sow. *Pleurotomaria sp.*

Pecten asper und andere Formen der westphälischen Tourtia fehlen; Bryozoën erscheinen nur wenige bei der Steinholzmühle. Eine vollständige Liste der charakteristischen Fossilien dieser und der folgenden Etagen gab v. Strombeck in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IX, S. 415 ff.

b. Schichten mit *Ammonites varians*. Fester grauer Kalkstein mit Neigung zu flaseriger Absonderung, oder weicher graulichweisser Mergel, stellenweise auch glaukonitische und sandige Mergel. Obgleich dieses Glied, welches der oberen Abtheilung des unteren Grünsandes in Westphalen entspricht, eine abweichende petrographische Beschaffenheit zeigt, so stimmen doch beide in ihren organischen Ueberresten recht wohl überein; die wichtigsten Formen sind:

Ammonites varians Sow. *Pecten Beaveri* Sow.
...... *Mantelli* Sow. *Plicatula inflata* Sow.
Turrilites tuberculatus Bosc *Holaster carinatus* Orb.
Inoceramus striatus Mant. *Hemiaster Griepenkerli* Stromb.

Holaster subglobosus erscheint nur selten, während er in Westphalen häufig ist; wie denn überhaupt in Betreff der Frequenz der Species manche Verschiedenheiten obwalten. Gute Beobachtungspunkte dieses Gliedes finden sich am Kahnstein bei Langelsheim, am Ringelberge bei Salzgitter, im Eisenbahn-Einschnitte bei Neu-Wallenrode und im Chaussee-Durchstiche bei Othfresen gegen Liebenburg hin.

c. Schichten mit *Ammonites rhotomagensis*. Die Gesteine sind anfangs ähnlich denen des vorhergehenden Gliedes, zuletzt aber graulichweisse, massige, meist feste, selten milde Kalksteine. Diese Schichten, welche in Westphalen fehlen oder nur schwach angedeutet sind, werden besonders durch

Ammonites rhotomagensis Defr. *Terebratula biplicata* Dav.
Turrilites costatus Lam. *Megerlea lima* Dav.
Inoceramus striatus Mant. *Holaster subglobosus* Ag.
Plicatula inflata Sow. *Discoidea cylindrica* Ag.

charakterisirt, welche Formen, nebst manchen anderen, nach unten häufig, nach oben dagegen sehr selten vorkommen.

4. Turonbildung der subhercynischen Kreideformation.

Auch sie besteht vorwaltend aus Kalksteinen und Mergeln, welche jedoch durch ihre organischen Ueberreste zu bestimmten Gliedern verbunden sind, auch meist petrographische Eigenthümlichkeiten erkennen lassen, wie denn besonders das erste Glied durch seine rothe Farbe im hohen Grade ausgezeichnet ist. Man kann wesentlich folgende vier Glieder unterscheiden.

a. Rother Pläner. Ein fleischrother, ziemlich fester, aber meist sehr zerklüfteter mergeliger Kalkstein, welcher nur wenige Species, aber diese in ungemein zahlreichen Individuen enthält. Er ist in dem ganzen Landstriche zwischen Elbe und Weser, und zwar überall in demselben Niveau vorhanden, weshalb er einen sehr sicheren geognostischen Horizont darbietet, welcher mit jenem der Mergel voll *Inoceramus mytiloides* in Westphalen zusammenfällt. Die organischen Ueberreste sind besonders:

Inoceramus Brongniarti Goldf. *Rhynchonella Cuvieri* Orb.
.... *mytiloides* Mant. *Terebratula semiglobosa* Sow.

b. Auf diese rothen Schichten folgen, anfangs durch Wechsellagerung mit ihnen

verbunden, graulichweisse bis schneeweisse, theils feste und harte, theils weiche und kreideähnliche Kalksteine, welche dem gelblichweissen Mergel Westphalens entsprechen, aber häufige, wenn auch nur wenigen Species angehörige Petrefacten enthalten, unter denen

Inoceramus Brongniarti Goldf. *Terebratula semiglobosa* Sow.
Rhynchonella Cuvieri Orb. *Holaster sp. nova*

besonders vorwalten. An einigen wenigen Localitäten (z. B. im Eisenbahn-Einschnitte von Vienenburg, am Fleischercamp bei Salzgitter, im Steinbruche zwischen Weddingen und Beuchte nördlich von Goslar, am Stumpfethurmberge bei Ströbeck unweit Halberstadt) finden sich in denselben Gesteinen, ausser den vorgenannten Fossilien, auch noch

Terebratula carnea Sow. *Galerites albogalerus* Lam.
.... *Becksi* Röm. ..... *subrotundus* Ag.

nebst einigen anderen Formen, so dass dieses Glied stellenweisse einige paläontologische Verschiedenheiten erkennen lässt.*)

c. Pläner mit *Scaphites Geinitzii*. Dieses Glied, welches in Westphalen fehlt, zwischen Weser und Elbe aber eine grosse Bedeutung gewinnt, besteht aus ähnlichen Gesteinen, wie das vorige; doch finden sich schon hier und da kleine Ausscheidungen von Flint. In Sachsen wird es durch den Plänerkalk von Strehlen bei Dresden repräsentirt. Einige seiner wichtigsten Fossilien sind:

Ammonites peramplus Maut. *Spondylus spinosus* Sow.
Scaphites Geinitzii Orb. *Rhynchonella Cuvieri* Orb.
Helicoceras plicatile Röm. .... *plicatilis* Sow.
Inoceramus latus Sow. *Terebratula carnea* Sow.
.... *cuneiformis* Orb. *Micraster cor anguinum* Ag.

d. Schichten mit *Inoceramus Cuvieri*. Nach unten Wechsellagerung von grauen mergeligen Kalksteinen und bröckeligen Mergeln, dazwischen hin und wieder Lagen von glaukonitischem Sande oder Kalksteinconglomerat mit Haifischzähnen; nach oben milde, graue, thonige dickschichtige Mergel. Dieses Glied, welches den grauen thonigen Mergeln Westphalens völlig aequivalent ist, wird eben so wie diese besonders durch

Micraster cor anguinum Ag.
Ananchytes ovatus Lam. und
Inoceramus Cuvieri Sow.

charakterisirt, zu denen sich noch *Rhynchonella plicatilis*, *Terebratula carnea* und, als seltene Formen, *Ammonites peramplus* und *Scaphites Geinitzii* gesellen.

Noch dürfen wir nicht unerwähnt lassen, dass v. Strombeck die drei Glieder a, b und c zwar der Turonbildung d'Orbigny's gleichstellt, sie aber, ebenso wie das Glied d, welches er davon ausschliesst, als untere Senonbildung einführt.

5. Senonbildung der subhercynischen Kreideformation**).

Nach Beyrich zeigt diese Abtheilung der Kreideformation nördlich vom Harze die grösste Manchfaltigkeit ihrer Zusammensetzung, so dass sich viele Glieder

*) Die so eben erwähnte zweite Facies dieses Gliedes findet sich genau so wieder bei Ahaus in Westphalen.

**) Wir beschränken uns in Betreff der Senonbildung fast nur auf die, nordöstlich des Harzrandes von Goslar bis Ballenstedt gelegenen Gegenden, über welche Beyrich sehr wichtige Arbeiten geliefert hat. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. I, S. 288 ff. und III, S. 567 ff. Da jedoch leider in beiden Abhandlungen keine paläontologischen Angaben enthalten sind, und es uns nicht möglich war, die älteren Angaben in das ganz neue Gliederungsschema Beyrich's richtig einzuordnen, so müssen wir freilich darauf verzichten, die paläontologi-

unterscheiden lassen, welche jedoch oftmals nur einen localen Werth haben. Als die wichtigsten dieser Glieder sind von unten nach oben die Gruppe des oberen Quaders, die Gruppe der Kreidemergel, und die von Beyrich als Ueberquader bezeichnete Gruppe zu betrachten.

a. Gruppe des oberen Quaders. Sie ist besonders in zwei Regionen, nämlich zwischen Quedlinburg und Halberstadt, so wie zwischen Blankenburg, Derenburg und Westerhausen verbreitet, und lässt, ausser dem oberen Quadersandstein, noch eine ihn unterteufende und eine ihn bedeckende Mergel-Ablagerung unterscheiden.

Der obere Quadersandstein, als das mittlere Glied der ganzen Gruppe, fällt durch seine Formen von allen Seiten zuerst in die Augen; er bildet zwischen Halberstadt und Quedlinburg eine Mulde, deren Flügel in zwei parallel fortlaufenden, nach aussen schroff, nach innen sanft abfallenden Bergrücken aufragen. Das Gestein ist gewöhnlich ein weisser, feinkörniger Sandstein, welcher stellenweise conglomeratartige Schweife und Nester, auch hier und da, wie z. B. an den Clusbergen und am Steinholze, etwas Glaukonit enthält. Die Mächtigkeit dieses, in vielen Steinbrüchen aufgeschlossenen Sandsteins schwankt von 50 bis über 100 Fuss*).

Diese Sandsteinmulde wird nun mit concordanter Lagerung von einer Mergelmulde getragen, deren Schichten rings um den Sandstein zu Tage austreten, und von Beyrich, nach ihrem anderweiten Vorkommen am Salzberge bei Quedlinburg, Salzbergmergel genannt werden. Sie erscheinen als ein sehr glaukonitreicher, daher grüner, thonigkalkiger Sand oder Sandstein, von etwa 50 Fuss mittlerer Mächtigkeit, und sind am Salzberge reich an Versteinerungen.

Dagegen wird die Mulde des oberen Quadersandsteins von einer neueren Sandbildung bedeckt, welche Beyrich, nach einem in ihrem Gebiete liegenden Gehöfte, den Sand von Münchenhof nennt. Es ist eine lockere, bald grüne, bald bräunlichgelbe bis braune, aus Sandkörnern, Glaukonit und eisenschüssigem Thon bestehende Ablagerung.

In der südlichen, zwischen dem Quedlinburger Sattel und dem Harzrande gelegenen Mulde des oberen Quaders kennt man besonders die Salzbergmergel und den oberen Quadersandstein, welcher letztere daselbst bei Blankenburg die bekannten Felsen des Regensteins und Heidelberges bildet, und von dort aus gegen Derenburg eine bedeutende Ausdehnung gewinnt. Das theils mergelige, theils sandsteinartige Aequivalent des Münchenhofer Sandes ist am Plattenberge bei Blankenburg und zwischen dieser Stadt und Heimburg vorhanden.

Uebrigens gesteht Beyrich selbst dieser Gliederung des oberen Quaders nur eine locale, lediglich für die genannten subhercynischen Regionen giltige Bedeutung zu.

b. Gruppe der Kreidemergel. Bei Heimburg, Wernigerode, Ilsenburg, Goslar und von dort bis nach Osterwyck gewinnt diese Gruppe eine bedeutende Verbreitung: auch gehören zu ihr die oft besprochenen, festen und sandigen, z. Th. selbst conglomeratartigen Gesteine des Sudmerberges bei Goslar.

---

schen Charaktere der verschiedenen von ihm aufgestellten Glieder und Etagen mitzutheilen. Aus v. Strombeck's Uebersicht in der Zeitschr. der deutschen geol. Ges. XI, S. 74 ist zu ersehen, dass *Belemnitella quadrata* für den oberen subhercynischen Quader besonders bezeichnend ist.

*) Nach Ewald stimmen die Fossilien des oberen Quaders grossentheils entweder mit denen der darunter liegenden Salzbergmergel, oder mit jenen der darüber liegenden Kreidemergel überein. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. VII, S. 7.

Ihre Auflagerung auf der Gruppe des oberen Quader ist in der Gegend von Heimburg evident. Obgleich also östlich von diesem Orte die Gruppe der Kreidemergel, und westlich davon die Gruppe des oberen Quaders verschwindet, so sind doch beide nicht als aequivalente und gleichzeitige, sondern als successive und über einander liegende Bildungen zu betrachten.

c. Gruppe des Ueberquaders. Diese Gruppe hat Beyrich bis jetzt in grösserer Verbreitung nur bei Quedlinburg, auf einem kleineren Raume aber nordwestlich von Heimburg nachzuweisen vermocht*). Vom Regensteine bei Blankenburg erstreckt sie sich zwischen Quedlinburg und Thale bis in die nördlich von Ballenstedt liegende Gegend und noch weiterhin, die ganze Mulde zwischen dem Harzrande und dem Quedlinburger Sattel des gaultinen Unterquaders erfüllend.

Ueber diese letzte Etage der subhercynischen Kreideformation spricht sich Beyrich folgendermaassen aus. Im Allgemeinen besteht der Ueberquader aus sandigen Ablagerungen, zwischen denen Sandsteine vom Charakter des Quadersandsteins nicht ausgeschlossen sind. Ueberwiegend aber und bezeichnend sind die Anhäufungen von lockerem Sand und von Quarzkieseln, in welchen festere Concretionen in der Form von losen Blöcken der verschiedensten Grösse, seltener regelmässig aushaltende Lager von sehr festen Kieselsandsteinen und Kieselconglomeraten liegen. Sind diese Massen ringsum freie Blöcke, so zeigen sie in der Regel, bei möglichst unregelmässigen äusseren Formen, eine wie polirt glänzende, allen Unebenheiten der Form folgende Oberfläche, und gleichen alsdann sehr den ähnlichen im Braunkohlensande gebildeten Blöcken; v. Dechen nannte sie glasirte Blöcke.

Weiter sind für den Ueberquader bezeichnend Einlagerungen von farbigen Thonen und von Kohle. Bei Quedlinburg aber (sowie auch in Schlesien) sind die in der Nähe der Kohlenflötze liegenden Muscheln entschieden marin**).

»Eine genauere Betrachtung der dem Ueberquader angehörigen organischen Ueberreste, sagt Beyrich, wird die Unterscheidung dieser Bildung als ein eigenthümliches Formationsglied des Kreidegebirges im nordöstlichen Teutschland rechtfertigen. Die speciellere Zusammensetzung des Ueberquaders aus einem unteren und oberen Theile am Harzrande betrachte ich, in gleicher Weise wie die des oberen Quaders, nur als eine locale Gliederung; sie ist dadurch bedingt, dass dem unteren Theile hier ausschliesslich die Einlagerungen von Kieselsandsteinen angehören, während an der Nordseite des Riesengebirges diese Gesteine gerade umgekehrt sich mehr in dem oberen Theile der Bildung zeigen.«

»Am ausgezeichnetsten ist die Erscheinung dieses unteren Ueberquaders am nördlichen Rande der Mulde bei Westerhausen. Ueberraschend ist der Blick auf die Umgebung dieses Dorfes, wenn man auf der Höhe, von Warnstedt kommend, plötzlich eine Gruppe von Buckeln und Rücken hervortreten sieht, welche, mit festen

---

*) In Schlesien hat er sie gleichfalls an der Nordseite des Riesengebirges erkannt.

**) Es sind diess nämlich die oben (S. 997) erwähnten Kohlen von Wenig-Rackwitz, Ottendorf und Wehrau in Schlesien, welche Beyrich, zugleich mit denen sie einschliessenden Schichten, zu seinem Ueberquader rechnete.

Gesteinblöcken bedeckt, zuerst den Eindruck einer gewaltigen Zetrümmerung machen. Untersucht man die Structur dieser auffallenden Berge genauer, so zeigt sich, dass die über einander gethürmten Blöcke schon ursprünglich als solche von einem lockeren Sande rings umhüllt waren, nach dessen Fortspülung sie zurückblieben und da über einander stürzten, wo sie ihre Unterlage verloren. Nie gleichen sie Geröllen, sondern sie erhielten ihre unregelmässigen, eher wie ausgenagt oder ausgespült, als wie gerollt aussehenden Formen gleich bei ihrer Entstehung, daher auch die glasirte Oberfläche auf den vertieften Stellen eben so wie auf den erhabenen vorhanden ist. Das sehr feste Gestein besteht aus denselben Sandkörnern, welche als lockerer Sand die Blöcke umhüllen; dem Zutritt eines kieseligen Cämentes verdankt es seine Entstehung.«

»Am Harzrande«, fährt Beyrich fort, betrachte ich die Teufelsmauer zwischen Warnstedt, Weddersleben und Thale als das Aequivalent der Blöcke von Westerhausen. Als ein scharfes, geradliniges Felsenriff steigt diese Teufelsmauer südlich von Warnstedt aus dem Boden hervor, und zieht sich von hier zur Bode hin. Aehnlich wie bei dem Gesteine der Blöcke von Westerhausen fällt auch bei ihr an vielen Stellen das zerfressene Ansehen der Felsen und die glänzend glatte Oberfläche derselben auf. Oestlich von der Bode bildet eine der Teufelsmauer ähnliche feste Sandsteinbank den langen Rücken, welcher bei dem Dorfe Rieder beginnend über die Gegensteine nördlich von Ballenstedt gegen Radisleben hinläuft. Auf seinem Kamme ragt die, meist nur 20 Fuss mächtige und hier wie an der Teufelsmauer vertical aufgerichtete Bank in der Form einer vielfach zerrissenen und eingestürzten Felswand hervor.

Die oberen Ablagerungen des Ueberquaders, Sandstein und Sand mit Einlagerungen von Thon und Kohle, erlangen ihre grösste Entwickelung im westlichen Theile der Mulde, zwischen Quedlinburg, Westerhausen, Warnstedt und Weddersleben. Ueber den Salzbergmergeln liegt am linken Ufer der Bode oberhalb Quedlinburg zuerst eine gegen 200 Fuss mächtige Etage eines feinkörnigen, lockeren Sandsteins, welcher zwei mächtige Zwischenlager von rothem und violettem Thon oder Schieferthon, und von grauem Thon mit Pflanzenresten einschliesst. Dieser Sandstein erhebt sich aus dem Bodethale bis zur Höhe der Altenburg und erstreckt sich von dort bis nach Westerhausen, wo er die blockführende Ablagerung bedeckt, und im Wege nach Warnstedt sehr schön als eine Wechsellagerung von Sandsteinbänken mit rothen und weissen Thonschichten entblöst ist. Im Bodethale folgt über dem Sandstein eine 60 bis 100 Fuss mächtige Ablagerung von losem Sande mit bunten Thonen, in welcher die Kohlenflötze liegen, deren Kohle, eben so wie die sie begleitenden Gesteine, ununterscheidbar den entsprechenden Gesteinen bei Wenig-Rackwitz, Ottendorf und Wehrau in Schlesien gleichen.

In einem lehrreichen Aufsatze über das geologische Alter von *Belemnitella quadrata* und *Bel. mucronata* gab v. Strombeck auch Mittheilungen über die im Herzogthum Braunschweig bekannten senonischen Ablagerungen.*)

Diese über dem Pläner folgenden Schichten zeigen unter einander eine nahe paläontologische Verwandtschaft; dennoch enthalten einige derselben nur *Belemnitella quadrata*, andere nur *Bel. mucronata*, von welchen in Frankreich jene die mittlere, diese die obere weisse Kreide charakterisirt. Bei Vordorf, zwischen Braunschweig und Giffhorn, gelang es nun, dieses relative Altersverhältniss gleichfalls festzustellen. Dort sind nämlich unmittelbar über einander zwei verschiedene Schichtensysteme entblöst, deren Schichten 30° in Nordost fallen.

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. VII, S. 502 ff.

Das untere System besteht aus einem hellgrauen, sandigthonigen Kalksteine von erdigem Bruche, in welchem

Belemnitella quadrata	* *Scyphia coscinopora*
* *Ananchytes ovatus*	. . . . *Murchisoni*
* *Micraster cor anguinum*	* *Coeloptychium agaricoides*
Parasmilia centralis	

als häufige, sowie

Nautilus simplex	*Ammonites peramplus*
Baculites anceps	*Ostrea sulcata*
Scaphites binodosus	*Exogyra laciniata*

als seltenere Fossilien vorkommen.

Das obere Schichtensystem zeigt einen schmutzigweissen, der weissen Schreibkreide sehr nahe stehenden Kreidemergel, in welchem sich

Belemnitella mucronata	*Rhynchonella octoplicata*
Inoceramus Cripsii	*Terebratula carnea*

nebst den vier obigen, mit einem * bezeichneten Species vorfinden. Hieraus ergiebt sich denn, dass die Schichten mit *Belemnitella quadrata* die älteren, und diejenigen mit *Belemnitella mucronata* die jüngeren sind.

Diese beiden Abtheilungen der Senonbildung gewinnen in den subhercynischen Gegenden eine nicht unbedeutende Verbreitung, obwohl ihr petrographischer Charakter nicht immer derselbe ist.

a. Die Abtheilung mit *Belemnitella quadrata* findet sich z. B. etwas kalkreicher und minder fest westlich von Peine, wo ihr auch bei Gross-Bülten die oben S. 999 erwähnte Eisenstein-Ablagerung untergeordnet ist, in deren Hangendem und Liegendem

Belemnitella quadrata	*Rhynchonella plicatilis*
Neithea quadricostata	*Bourgetocrinus ellipticus*
Ostrea vesicularis	*Cidaris clavigera*
Exogyra laciniata	*Caratomus peltiformis* und
Terebratulina Defrancii	viele Korallen

vorkommen, welche Fossilien beweisen, dass diese Schichten mit denen des Sudmerberges bei Goslar und von Gehrden bei Hannover identisch sind. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. B. IX, S. 314.

Mehr sandig und minder fest, mit vorwaltenden Korallen, stehen dieselben Schichten südöstlich von Wolfenbüttel und nordwestlich vom Rieseberge bei Glentorf an; von sandigthoniger Beschaffenheit kommen sie ganz nahe westlich von Braunschweig vor, wo sie

Belemnitella quadrata	*Ostrea sulcata* und
Inoceramus Cripsii	*Parasmilia centralis*

enthalten. Die zwischen Braunschweig und dem Harzrande so verbreiteten Mergel von Ilsenburg sind nur kalkhaltige Varietäten dieser sandigthonigen Schichten, und ihnen stehen wiederum sehr nahe die Schichten des Salzberges.

b. Die Abtheilung mit *Belemnitella mucronata* findet sich, mit gleichen petrographischen Eigenschaften wie bei Vordorf, nordöstlich und südöstlich von Peine; wogegen sie an der Südostseite des Rieseberges, sowie zwischen Königslutter und Lauingen eine mehr thonigsandige Facies mit sehr geringem Kalkgehalte besitzt, dennoch aber durch

Belemnitella mucronata *Ostrea vesicularis*
Baculites anceps . . . *sulcata* und
Lima semisulcata *Pecten squamula*

als obersenonisch charakterisirt wird.

§. 434 a. *Kreideformation im mittleren und östlichen Teutschland.*

A. Kreideformation im Königreiche Sachsen.

Das sächsische Territorium der Kreideformation gleicht insofern den beiden französischen Territorien an der Loire und am Südwestabfalle des Centralplateaus (S. 1041 und 1043), wiefern es paläontologisch fast nur als eine mächtige Entwickelung der Cenoman- und Turonbildung charakterisirt ist. Aber freilich erscheint es ganz verschieden in petrographischer Hinsicht, indem es, eben so wie das angränzende böhmische und das mährische Territorium, vorwaltend aus Sandstein und aus Pläner besteht, und, namentlich durch das sehr bedeutungsvolle Auftreten des letzteren Gesteins, eine nahe Verwandtschaft mit der subhercynischen und westphälischen Kreideformation beurkundet.

Bei der Darstellung der sächsischen Kreideformation können wir keinen besseren Führer wählen, als Geinitz, welcher dieselbe wiederholt einer so gründlichen paläontologischen Untersuchung unterworfen hat, dass wohl wenige cretacische Regionen Teutschlands in Bezug auf ihre organischen Ueberreste mit gleicher Genauigkeit erforscht sein dürften. Aber auch in petrographischer und stratographischer Hinsicht verdanken wir diesem trefflichen Forscher viele sehr werthvolle Aufschlüsse; wie z. B. über die Glaukonitführung der sächsischen Kreideformation, welche er in einer von der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft gekrönten Preisschrift, unter dem Titel: »Das Quadergebirge, oder die Kreideformation in Sachsen, mit besonderer Berücksichtigung der glaukonitischen Schichten« ausführlich behandelt hat. Da diese Schrift die neueste ist, welche unser, in der Erforschung der Gäa seines Vaterlandes unermüdlich fortschreitender Freund über die Kreideformation desselben veröffentlichte, so werden wir uns auch hauptsächlich an sie halten. Eine nur petrographische und geotektonische Schilderung der sächsischen Kreideformation auf dem linken Elbufer gab ich in der Geogn. Beschr. des Königr. Sachsen u. s. w. Heft V, S. 337 bis 369, und eine ähnliche, aber zugleich paläontologische Beschreibung der auf dem rechten Elbufer liegenden Partie gab Cotta, ebendaselbst S. 455 ff.

Das Bassin von Dresden, oder die von Meissen bis Pirna reichende Erweiterung des Elbthales, und die daran gränzenden Gegenden der sogenannten sächsischen Schweiz, von Pirna einerseits über Hohnstein, anderseits über Berggiesshübel bis an die böhmische Gränze bilden in Sachsen das hauptsächliche Gebiet der Kreideformation. Kleinere, schon auf dem Abfalle des Erzgebirges liegende Partieen finden sich im Tharander Walde, sowie in der Gegend zwischen Rabenau, Dippoldiswalde und Liebstadt.

Der Sandstein der sächsischen Kreideformation ist es, welcher ursprünglich und seit langer Zeit unter dem Namen Quadersandstein bekannt ist,

weil er vortreffliche Quader liefert, und daher als Bau- und Haustein eine vielfältige Anwendung findet. Man war anfänglich der Meinung, dass dieser, in der sogenannten sächsischen Schweiz ausserordentlich mächtig entwickelte Quadersandstein durchaus die untere, der Pläner aber die obere Etage unserer Kreideformation bilde, bis im Jahre 1838 von mir gezeigt wurde, dass die von Meissen gegen Pirna hinziehende Plänerdecke des linken Elbufers bei letzterem Orte, bei Rothwernsdorf und an vielen anderen Punkten ganz entschieden von dem mächtigen Sandsteinplateau der sächsischen Schweiz überlagert wird, an dessen Fusse sie weiterhin nur hier und da in Thälern und anderen Durchschnitten zu Tage austritt. Da nun aber diese Plänerdecke eben so unzweifelhaft von einem ähnlichen Sandsteine unterteuft wird, so stellte sich damals die Nothwendigkeit heraus, die allgemeine Gliederung der sächsischen Kreideformation in der Weise aufzufassen, dass sie aus unterem Quadersandstein, aus Pläner und aus oberem Quadersandstein, als ihren drei Hauptgliedern, zusammengesetzt sei. Der obere Quadersandstein ist es, welcher die herrlichen Felsenpartieen der sächsischen Schweiz bis hinauf zu dem hohen Schneeberge bildet*).

Dieselbe Gliederung ist auch in Böhmen und Mähren erkannt worden, so dass eine grosse Uebereinstimmung zwischen diesen drei unmittelbar zusammenhängenden Regionen der Kreideformation obwaltet, welche in ihrer Vereinigung eines der grössten cretacischen Territorien von Teutschland bilden.

Da nun der Pläner durch seine organischen Ueberreste als das Aequivalent des englischen Kreidemergels, der untere Quader aber als jenes des *upper greensand* charakterisirt ist, so lag wohl die Vermuthung sehr nahe, dass der obere Quader als Vertreter der weissen Kreide zu betrachten sein möge. Diese Vermuthung fand jedoch in den paläontologischen Forschungen von Geinitz nur eine sehr geringe Unterstützung, da sich aus ihnen ergab, dass der obere Quader nur solche Fossilien umschliesst, welche auch im Pläner oder im unteren Quader bekannt sind, und dass sich unter ihnen fast keine exclusiv senonische Species befindet. Hiernach scheint es denn, dass wir es in Sachsen fast nur mit cenomanischen und turonischen Gliedern der Kreideformation zu thun haben**).

1. Unterer Quader (Cenomanbildung).

Diese Etage beginnt zwar in manchen Gegenden mit Quarzconglomeraten (Niederschöna, Malter, Hökendorf), oder auch mit sehr krystallinischen Sand-

*) Dieser Nachweis der Einlagerung des Pläners im Quadersandsteine hat freilich mancherlei Anfechtungen erfahren. Wer sich über die eigenthümliche Kritik belehren will, welche dabei bisweilen geübt wurde, den verweisen wir auf die Abhandlungen Rominger's und Beyrich's im Neuen Jahrb. für Min. 1847, S. 663, und in der Zeitschrift der deutschen geol. Ges. I, S. 294 f., sowie auf unsere Entgegnungen im Neuen Jahrb. für Min. 1848, S. 186, und 1850, S. 806 ff.

**) Geinitz vereinigt jedoch den oberen Quader und oberen Plänermergel zu einer der Senonbildung analogen Gruppe.

steinen (Tanzplatz bei Grüllenburg, Ruppendorf), besteht aber doch hauptsächlich aus einem klein- bis feinkörnigen, graulich- oder gelblichweissen bis lichtgelben, bald rein quarzigen, bald thonigen Sandsteine, welcher, zumal in seinen unteren Schichten, oft mehr oder weniger Glaukonit enthält und daher nicht selten grün gefärbt ist. Ja, wo diese Etage nahe an ihrem Ausstriche oder Bildungsrande zu sehr geringer Mächtigkeit herabsinkt, da besteht sie bisweilen (eben so wie in Westphalen) aus sehr glaukonitreichen, daher dunkelgrünen Gesteinen, welche stellenweise durch Aufnahme von Geröllen oder eckigen Bruchstücken anderer Gesteine ein conglomerat- oder breccienartiges Ansehen gewinnen (Tunnel bei Oberau).

Doch erscheinen die tiefsten Schichten bisweilen auch ohne Glaukonitgehalt als Conglomerate, indem sie aus Sandstein mit z. Th. faust- bis kopfgrossen Geröllen des unterliegenden Grundgebirges bestehen (Plauenscher Grund bei Teltschen und Coschütz, Zuschendorf bei Pirna).

In manchen Gegenden, wie z. B. zwischen dem Lockwitzthale und Seidewitzgrunde, ist es mehr ein feinkörniger Plänersandstein, welcher das vorwaltende Material dieser Etage bildet.

Von untergeordneten Einlagerungen sind besonders Thon und Schieferthon, sowie schmale Flötze einer schlechten Steinkohle zu erwähnen. Dergleichen Lager von Schieferthon kennt man bei Niederschöna zwei über einander; sie enthalten dort viele Abdrücke von Landpflanzen, welche zu beweisen scheinen, dass hier, nahe am Bildungsrande der Formation, durch einen Fluss Schlamm und Pflanzentheile in das Meer hinausgeschwemmt wurden. Andere Lager, die zum Theil nur als ein glimmeriger und sandiger Letten bezeichnet werden können, finden sich bei Paulsdorf, Reinhardsgrimma und anderen Orten. Kohlen und kohlige Schichten kennt man bei Hutta unweit Niederschöna, bei Leiteritz, Reinhardsgrimma und anderwärts. Nach oben wird der untere Quader an vielen Orten durch eine 2 bis 5 Fuss starke Thonschicht vom Pläner getrennt.

Als die wichtigsten Fossilien des unteren Quader dürften etwa folgende zu nennen sein.

a. Pflanzen.

Im Sandsteine:

Stammtheile und	*Keckia cylindrica* Otto*)
Kohlenbrocken, beide häufig	. . . *nodulosa* Otto
mit sogenannten Sclerotiten.	*Geinitzia cretacea* Endl.

Im Schieferthone:

Pecopteris linearis Reich	*Pterophyllum saxonicum* Reich
. . . . . *Schönae* Reich	. . . . . . *cretosum* Reich
Chiropteris Reichii Rossm.	*Cunninghamites oxycedrus* Presl
Cupressinea insignis Gein.	*Credneria cuneifolia* Bronn

*) Vergl. *Additamenta* zur Flora des Quadergebirges von Ernst v. Otto; wegen der übrigen Fossilien verweisen wir auf das bekannte Werk von Geinitz: Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsischen Kreidegebirges, sowie auf v. Otto, Nachträge zu den Versteinerungen der Kreideformation in Sachsen, in der Allg. deutschen naturhist. Zeit. B. III, 1857, S. 24 ff.

b. Thiere

Spongia saxonica Gein. (nach Göppert ein Fucoid)	*Pecten digitalis* Röm.
. . . . *Ottoi* Gein.	. . . *acuminatus* Gein.
Scyphia subreticulata Münst.	*Inoceramus striatus* Mant.
Fungia coronula Goldf.	. . . . . *mytiloides* Mant.
Hippurites Saxoniae Röm.	*Pinna diluviana* Schloth.
. . . . . *Germari* Gein.	. . . *Cottai* Gein.
Terebratula gallina Sow.	*Mytilus Neptuni* Goldf.
Exogyra columba Lam.	. . . . *Galliennei* Orb.
. . . . *haliotoidea* Sow.	*Avicula anomala* Sow.
Ostrea carinata Lam.	*Lima pseudocardium* Reuss
. . . *diluviana* Lin.	*Spondylus striatus* Sow.
. . . *semiplana* Sow.	*Protocardia Hillana* Beyr.
Pecten aequicostatus Lam.	*Nerinea longissima* Reuss
. . . *asper* Lam.	*Nautilus elegans* Sow.
. . . *notabilis* Goldf.	*Ammonites Mantelli* Sow.
	Serpula septemsulcata Reich.

2. Pläner oder Quadermergel. (Untere Turonbildung.)

Nach Geinitz lässt die sächsische Plänerbildung zwei verschiedene Glieder, nämlich unteren und oberen Pläner, oder Plänermergel und Plänerkalkstein unterscheiden, welche auch grösstentheils verschiedene organische Ueberreste enthalten. Der Plänermergel hat eine bedeutende Verbreitung, während der ausgezeichnete Plänerkalkstein fast nur bei Strehlen unweit Dresden und bei Weinböhla in der Nähe von Meissen bekannt ist, ausserdem aber auch hier und da, wie bei Goppeln, Rippjen, Gittersee u. a. O. durch die obersten Schichten der ganzen Etage vertreten wird, welche von den tieferen Schichten durch eine 2 bis 3 Fuss mächtige Thonschicht getrennt zu werden pflegen.

a. Der Plänermergel erscheint theils als ein wirklicher, mehr oder weniger thoniger, an der Luft schülferig zerwitternder Kalkmergel von licht blaulichgrauer, auf der Oberfläche gelblichweisser bis lichtgelber Farbe, theils als gelblichgrauer, oft buntfleckiger, mergeliger aber luftbeständiger Sandstein (Plänersandstein z. Th.), und schwankt ausserordentlich in seinem Gehalte an kohlensaurem Kalke. Feine Glaukonitkörner sind oft vorhanden, auch kommen unbestimmt begränzte glaukonitreiche, kalkige Concretionen, sowie Kohlenbrocken nicht selten vor. Oft ist das Gestein mit amorpher Kieselerde imprägnirt, welche auch stellenweise, wie bei Kauscha und Coschütz, zu Hornstein- oder Flintlagen concentrirt ist, und die Benutzung dieses Mergels als Brennkalk verhindert. In seinen oberen Schichten erscheint er oft als ein glaukonitischer und mit Kohlenbrocken erfüllter kalkiger Sandstein, bisweilen auch als sehr fester Kalkspath-Sandstein.

Bei Bannewitz, Welschhufa und Pabisnau liegt eine Schicht weissen Sandes voll *Serpula plexus* unmittelbar über dem Thone, welcher den Pläner vom unteren Quader abzusondern pflegt. Auch sind mehrorts Einlagerungen von Schieferthon bekannt, welche wegen der im Pläner vorkommenden Kohlenbrocken manche nutzlose Versuche auf Steinkohlen veranlasst haben.

Als die gewöhnlichsten Fossilien des Plänermergels nennt Geinitz *):

Tragos astroides Gein.
Cnemidium acaule Mich.
Scyphia isopleura Reuss
. . . . *infundibuliformis* Gldf.
. . . . *heteromorpha* Reuss
Cidaris clavigera Mant.
. . . . *vesiculosa* Goldf.
Terebratula biplicata Sow.
. . . . . *gallina* Brong.
Hippurites ellipticus Gein.
. . . . . *Germari* Gein.
Exogyra haliotoidea Sow.
. . . . *lateralis* Nilss.
Ostrea sigmoidea Reuss
. . . *conica* Sow.
. . . *biauriculata* Lam.
* . . . *hippopodium* Nilss.
. . . *diluviana* Lin.
. . . *carinata* Lam.
Spondylus capillatus Arch.
. . . . . *striatus* Sow.
Lima Reichenbachii Gein.
* . . . *divaricata* Duj.
. . . *tecta* Goldf.
Pecten notabilis Mün.
. . . *elongatus* Lam.
. . . *acuminatus* Gein.
. . . *laevis* Nilss.
* *Inoceramus mytiloides* Mant.
Perna lanceolata Gein.
Mytilus Galliennei Orb.
* . . . . *lineatus* Sow.
Pectunculus obsoletus Goldf.
Opis bicornis Gein.
Gastrochaena Ostreae Gein.
Pleurotomaria texta Mün.
Natica nodosa Gein.
Nerinea Geinitzii Goldf.
Eulima arenosa Reuss
* *Ammonites Mantelli* Sow.
* . . . . *rhotomagensis* Brong.
* *Nautilus elegans* Sow.
* *Belemnites lanceolatus* Sow.
* *Serpula plexus* Sow.
. . . . *septemsulcata* Reich
Pycnodus complanatus Ag.
Lamna raphiodon Ag.
Oxyrhina angustidens Reuss

b. Plänerkalkstein. Ein lichtgrauer, oft gelblich beschlagender, mergeliger und fast immer glaukonitfreier Kalkstein, welcher in Platten oder auch in stärkeren Schichten abgelagert ist, meist mehr als 75 p. C. kohlensauren Kalk und gegen 20 p. C. Thon enthält, und einen vortrefflichen Brennkalk liefert, der sowohl zu Luft- als zu Wassermörtel benutzt werden kann. Er erscheint an den wenigen Punkten seines Vorkommens als das oberste Glied der ganzen Plänerbildung, und ist sehr reich an Petrefacten. Von den fast 200 Species, die er schon geliefert hat, sind nach Geinitz die gewöhnlichsten:

Chondrites furcillatus Röm.
Geinitzia cretacea Endl.
Scyphia angustata Reuss
Parasmilia centralis Edw.
Cidaris granulosa Goldf.
Spatangus planus Mant.
Micraster cor anguinum Ag.
Terebratulina gracilis Schl.
Rhynchonella Mantelliana Sow.
. . . . . . *octoplicata* Sow.
Terebratula carnea Sow.
Ostrea hippopodium Nilss.
. . . *semiplana* Sow.
Spondylus spinosus Lam.
Lima Hoperi Mant.
. . . *elongata* Sow.
Pecten Nilssoni Goldf.
. . . *membranaceus* Nilss.
. . . *quinquecostatus* Sow.
. . . *Dujardini* Röm.
Inoceramus Cuvieri Sow.
. . . . . *striatus* Mant.
. . . . . *Brongniarti* Sow.
Arca Römeri Gein.
Nucula pectinata Sow.
Lucina Reichi Röm.
Cyprina quadrata Orb.
Cardita tenuicosta Sow.
Gastrochaena amphisbaena Goldf.
Dentalium decussatum Sow.
Cerithium clathratum Röm.
Voluta Römeri Gein.

---

*) Die auch im Plänerkalkstein vorkommenden Species sind mit einem * bezeichnet.

Rostellaria Reussi Gein.	*Serpula plexus* Sow.
Pleurotomaria linearis Mant.	*Cytherina subdeltoidea* Mün.
Natica canaliculata Mant.	*Pollicipes glaber* Röm.
Actaeon ovum Duj.	. . . . . *laevis* Sow.
Scalaria decorata Röm.	*Clytia Leachii* Reuss = *Astacus Leachii* Mant.
Baculites baculoides Mant.	*Beryx ornatus* Ag. Schuppen
Turrilites polyplocus Röm.	*Osmeroides lewesiensis* Ag. desgl.
Hamites ellipticus Mant.	*Macropoma Mantelli* Ag. Koprolithen
. . . . *armatus* Sow.	*Ptychodus mammillaris* Ag. Zähne
Scaphites Geinitzii Orb.	*Otodus appendiculatus* Ag. desgl.
Ammonites peramplus Sow.	*Oxyrhina Mantelli* Ag. desgl.
Nautilus elegans Sow.	*Corax heterodon* Reuss desgl.
Serpula triangularis Mün.	

Die Scaphiten, Hamiten, Turriliten, Baculiten, sowie die hier genannten Brachiopoden haben sich in anderen Schichten der sächsischen Kreideformation bis jetzt noch niemals gefunden, mit Ausnahme der *Rhynchonella octoplicata*, welche auch im oberen Quader sehr häufig vorkommt.

3. Oberer Quader. (Obere Turonbildung.)

Dieser Sandstein ist im Allgemeinen noch einförmiger, auch ärmer an Fossilien als der untere, scheint überall frei von Glaukonit zu sein, wird oft sehr grobkörnig, und erreicht eine Mächtigkeit von vielen hundert Fuss. Der Königstein, der Lilienstein, die Bastei, der Winterberg und fast alle die schroffen Berge und Felsen, welche die eigenthümliche Scenerie der sächsischen Schweiz bedingen, bestehen aus diesem oberen Quadersandstein*).

Von untergeordneten Einlagerungen sind fast nur einige Schichten von sehr thonigem Sandstein oder sandigem Schieferthon, sowie bei Naundorf unweit Struppen eine etwa 6 Fuss mächtige, glaukonitreiche Thonschicht zu erwähnen. Als die wichtigsten Fossilien erscheinen:

Kohlenbrocken mit Sclerotiten	*Inoceramus mytiloides* Mant.
Spongia saxonica Gein.	. . . . . *Brongniarti* Sow.
Spatangus suborbicularis Defr.	*Pinna diluviana* Schl.
Asterias Schulzi Cotta	. . . *Cottai* Gein.
Rhynchonella octoplicata Sow.	*Pecten quadricostatus* Orb.
Exogyra columba Lam.	*Lima canalifera* Goldf.

Gegenwärtig betrachtet Geinitz den oberen Quader als senonisch.

B. Kreideformation in Böhmen.

Die böhmische Kreideformation steht durch den Quadersandstein der sogenannten sächsischen Schweiz in unmittelbarem Zusammenhange mit dem sächsischen Territorio, wie sie denn anderseits eben so stetig mit dem mäh-

*) Wer sich über die petrographischen und geotektonischen Verhältnisse dieser Sandsteinbildung, über die mancherlei Erosions- und Verwitterungsformen derselben belehren will, den verweisen wir auf die höchst interessanten Geognostischen Skizzen aus der sächsischen Schweiz, von A. v. Gutbier, Leipzig 1858.

rischen Territorio verbunden ist*). Das nördliche und das östliche Böhmen sind die Gegenden, in denen die Schichten der Kreideformation eine besonders grosse Verbreitung gewinnen; doch lassen sich einzelne Ueberreste derselben bis nach Prag verfolgen. Bei Tetschen erreicht sie im hohen Schneeberge eine Mächtigkeit von 1500 Fuss; bei Stranow, unweit Jungbunzlau, ist sie mit 1000 Fuss noch nicht durchbohrt worden, während sie im Inneren des Landes stellenweise auf 80 bis 40 Fuss herabsinkt.

Wie in Sachsen, so sind es auch in Böhmen nur die Cenomanbildung und Turonbildung, welche das ganze Territorium zusammensetzen, indem die untere Kreideformation**) durchaus fehlt, die Senonbildung aber noch etwas zweifelhaft oder davon abhängig ist, wie weit man die Gränzen derselben zurückstecken will. Und wie in Sachsen, so lässt sich auch in Böhmen eine dreifache Gliederung geltend machen, welche in den petrographisch wie paläontologisch ausgezeichneten drei Etagen des unteren Quadersandsteins, des Pläners und des oberen Quadersandsteins auf sehr bestimmte Weise hervortritt.

1. Unterer Quader (Cenomanbildung).

Diese Etage lässt sich nach Reuss in zwei Stufen trennen, den eigentlichen Quadersandstein, und den Plänersandstein, von welchen der erstere ganz frei von kohlensaurem Kalke ist, während der letztere schon eine mergelartige Beschaffenheit zeigt.

a. Unterer Quadersandstein. Diese Stufe erscheint in ihren tiefsten Schichten als Conglomerat, durch zahlreiche Gerölle von Quarz und anderen Gesteinen; darüber folgen erst die mächtigen Bänke des eigentlichen Quadersandsteins, welcher meist graulich- oder gelblichweiss, grob- bis feinkörnig, bisweilen krystallinisch ist, gewöhnlich sparsame Glimmerschuppen, oft auch Glaukonitkörner enthält, so dass er als grüner Sandstein erscheint, wie namentlich vielorts im Königgrätzer und Chrudimer Kreise. Diese glaukonitischen Sandsteine pflegen die obersten Schichten der ganzen Stufe zu bilden, welche wohl stellenweise kalkig werden, und dann besonders reich an Fossilien sind. Pyritknollen, oft in Brauneisenerz umgewandelt, kommen häufig, Barytkrystalle auf Klüften nur selten vor.

Die tiefsten conglomeratartigen Schichten sind immer fossilfrei; die Sandsteine dagegen enthalten oft viele Fossilien, welche meist nur als Abdrücke und Steinkerne erscheinen. Als die häufigsten Formen nennt Reuss:

Rhynchonella compressa Orb.	*Ostrea carinata* Lam.
Exogyra columba Goldf.	*Inoceramus striatus* Mant.
Ostrea vesicularis Lam. var.	. . . . . *mytiloides* Mant.

*) Wir entlehnen diese Darstellung aus Reuss, Kurze Uebersicht der geognostischen Verhältnisse Böhmens, 1854, S. 67 ff. Vergl. auch Rominger, Beiträge zur Kenntniss der böhmischen Kreide, im Neuen Jahrb. für Min. 1847, S. 641 ff.

**) Es wurde schon oben bemerkt, dass diese untere Kreideformation nur im Herzogthum Schlesien existirt, wo sie durch Hohenegger's gründliche Untersuchungen in bedeutender Mächtigkeit und Verbreitung nachgewiesen worden ist.

Neithea aequicostata Bronn	*Protocardia Hillana* Beyr.
. . . . *quinquecostata* Bronn	*Lucina circularis* Goldf.
Pinna decussata Goldf.	*Natica vulgaris* Reuss
Cucullaea glabra Sow.	*Nerinea longissima* Reuss
Lima multicostata Gein.	Pflanzenreste verschiedener Art.

In manchen Gegenden kommen Einlagerungen von Schieferthon vor, welche bisweilen reich an Coniferenzweigen und Dikotyledonen-Blättern sind, auch Nester und meist unbauwürdige Lager von Kohle enthalten, während bei Stuteczko im Chrudimer Kreise ein schönes Pechkohlenflötz mit vielem Bernstein bekannt ist.

b. Plänersandstein. Derselbe fehlt zwar in den nordwestlichen Gegenden bei Tetschen, Aussig, Teplitz, Bilin u. s. w., wo der Pläner unmittelbar dem unteren Quadersandsteine aufliegt; allein im mittleren und östlichen Theile des Territoriums ist er überall vorhanden, und erlangt eine Mächtigkeit bis zu 500 und 600 Fuss; auch bildet er dort sehr allgemein die Oberfläche des Landes, indem er nur in dem Landstriche zwischen Leitomischel, Pardubitz, Josephstadt, Opotschna und Chotzen von jüngeren Schichten überlagert wird.

Bei Prag und im südöstlichen Theile seines Verbreitungsgebietes erscheint er als ein gelblicher oder gelblichgrauer, compacter und fester, dickschichtiger, sandiger Mergel (der Baustein von Prag), welcher bisweilen, wie bei Trziblitz und Kostelec, durch Auslaugung des Kalkes zu einem sehr rauhen, porösen und feinsandigen Gesteine geworden ist. Im südlichen Theile des Königgrätzer und in den angränzenden Gegenden des Chrudimer Kreises stellt er dagegen einen grauen, dünnplattigen, thonigkalkigen Mergelsandstein dar. Meist nimmt der Kalkgehalt nach unten ab, nach oben zu, so dass oft ganz allmälige Uebergänge einerseits in den unteren Quadersandstein und anderseits in den Pläner Statt finden.

Organische Ueberreste sind selten; am häufigsten findet sich noch *Inoceramus mytiloides*; auch die stellenweise vorkommenden anderen Fossilien sind identisch mit denen des unteren Quadersandsteins.

2. Pläner. (Untere Turonbildung.)

Diese Etage ist durch ihren vorwaltenden Kalkgehalt ausgezeichnet, erreicht aber niemals eine so bedeutende Mächtigkeit, wie die vorhergehende; auch ist sie besonders im westlichen Theile des Territoriums ausgebildet, obgleich sie auch dort am hohen Schneeberge zu einer schmalen, sandigen Mergelzone zusammenschrumpft*). Im östlichen Theile erscheint sie über dem Plänersandsteine in der vorhin bezeichneten Gegend zwischen Leitomischel, Pardubitz und Josephstadt.

Das Gestein dieser Etage erscheint theils als Plänerkalk, d. h. als ein thoniger Kalkstein, welcher oft Pyritknollen, auch stellenweise Kalkspathdrusen umschliesst, theils als Plänermergel, welcher, nach Maassgabe seines grösseren oder geringeren Kalkgehaltes, als Kalkmergel oder als Thonmergel charakterisirt

---

*) Diese Mergelzone lässt sich über Königstein bis nach Pirna verfolgen, wo sie in die Pläner-Etage des Dresdner Bassins übergeht. Die Bemerkung von Jokély (Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, X, 1859, S. 60), dass die Aufstellung einer oberen Quadersandstein-Etage allen Grundes entbehre, indem sie auf der Voraussetzung beruhe, dass dieser Mergel der Plänergruppe angehöre, gilt also nicht für die hier, an der Gränze von Sachsen und Böhmen, vorliegenden Verhältnisse, wie richtig sie für die Heuscheuer und andere Localitäten sein mag.

ist. Er wird zumal im westlichen Theile des Gebietes oft sehr reich an organischen Ueberresten, von denen, ausser sehr vielen Foraminiferen, Entomostraceen und meist verkiesten Spongiten (als *Scyphia angustata* und *Ventriculites radiata*), besonders folgende wichtig sind:

Micraster cor anguinum Ag.	*Spondylus spinosus* Lam.
Ananchytes ovatus Lam.	*Lima Hoperi* Mant.
Terebratulina rigida Orb.	*Inoceramus Cuvieri* Sow.
Rhynchonella octoplicata Orb.	. . . . . *planus* Mant.
. . . . . . *pisum* Orb.	*Scaphites Geinitzii* Orb.
. . . . . . *Martiniana* Orb.	*Ammonites peramplus* Sow.
Terebratula semiglobosa Sow.	*Nautilus elegans* Sow.
. . . . . *carnea* Sow.	. . . . *simplex* Sow.
Ostrea hippopodium Nilss.	*Clytia Leachii* Reuss
Exogyra canaliculata Sow.	Zähne verschiedener Haifische.

In ihrer Auflagerung auf krystallinischen Silicatgesteinen zeigen die Plänerschichten oft ganz eigenthümliche Erscheinungen; so bei Teplitz und Janegg, wo die ersten Plänersedimente, welche dort den Porphyr bedecken und oft Spalten desselben ausfüllen, als Hornstein mit honiggelben Barytkrystallen, oder bei Kutschlin, wo die in Spalten des Gneisses abgesetzten Partieen als ein krystallinisch körniger, sehr fossilreicher Kalkstein erscheinen*).

Dergleichen, meist als körnige weisse Kalksteine ausgebildete und dem Grundgebirge unmittelbar aufliegende Schichten sind es auch, in denen kleine Hippuriten und Radioliten vorkommen, während sie ausserdem noch besonders *Ostrea macroptera, Exogyra haliotoidea, Rhynchonella compressa, Pecten acuminatus, Neithea decipiens* und *Spondylus radiatus* enthalten.

In der Gegend von Laun, Luschitz und Postelberg treten noch als oberste Schichten dieser Etage die sogenannten Baculitenthone auf: blaulichgraue, dünnschieferige, weiche, thonige Mergel, mit vielen Pyritknollen und krystallinischen Gypsbildungen auf den Klüften und Schichtungsfugen. Sie sind äusserst reich an Petrefacten, namentlich an Foraminiferen, kleinen Gastropoden und Conchiferen, während von Cephalopoden nur *Baculites anceps* sehr häufig vorkommt.

3. Oberer Quader. (Obere Turonbildung.)

Diese Etage besteht aus graulich- und gelblichweissem, selten eisenschüssigem, kleinkörnigem Sandstein, welcher niemals conglomeratartig wird, keine Spur von kohlensaurem Kalk enthält, übrigens aber in seiner äusseren Erscheinung mit dem unteren Quadersandsteine ganz übereinstimmt.

Die seltenen organischen Ueberreste gewähren gleichfalls kein sicheres Unterscheidungsmittel, weil sie sich grösstentheils auch im unteren Quader vorfinden; die häufigsten Formen sind nach Reuss:

Rhynchonella octoplicata Orb.	*Neithea quadricostata* Bronn
Exogyra columba Goldf.	*Pecten asper* Lam.
Inoceramus mytiloides Mant.	*Pinna decussata* Goldf.
. . . . . *Brongniarti* Sow.	*Lima multicostata* Gein.

*) Die sogenannten Muschelfelsen im Plauenschen Grunde bei Dresden zeigen genau dieselbe Erscheinung; ihr krystallinisches, von Fossilien strotzendes Gestein bildet Ausfüllungen weiter Spalten im Syenite.

Wo der obere Quader dem unteren unmittelbar aufliegt, da ist es unmöglich, sie von einander zu unterscheiden; diess gelingt nur dort, wo beide durch die Zwischenlagerung des Pläners getrennt werden.

Die böhmische Kreideformation zeigt meist horizontale oder doch nur sehr wenig geneigte Schichtung. Ausnahmen hiervon finden sich am südlichen Fusse des Erzgebirges von Tetschen bis Ossegg, sowie an der nordöstlichen Gränze des Territoriums, wo die bei Oberau in Sachsen beginnende und bis nach Liebenau in Böhmen fortsetzende Dislocation oft eine steile Stellung der Schichten verursacht hat.

C. Kreideformation in Mähren*).

Das mährische Territorium der Kreideformation ist nur eine Fortsetzung des böhmischen Gebietes. Daher findet sich denn auch im nordwestlichen Theile Mährens die grösste zusammenhängende Masse von cretacischen Schichten, während weiter hinein bis nach Olomuczan nur noch einzelne Lappen der weiland stetig ausgedehnten Decke vorhanden sind. Eben so ist auch die Mächtigkeit der Formation am grössten im Norden, wo sie wohl 800 Fuss erreicht; je weiter man aber nach Süden vorschreitet, um so mehr sinkt solche herab.

In seiner Zusammensetzung und Gliederung zeigt das mährische Territorium noch viele Uebereinstimmung mit dem böhmischen, wenigstens dort, wo beide an einander gränzen, wogegen weiter nach Süden die Analogieen mehr verschwinden, und zuletzt bei Olomuczan auffallende Verschiedenheiten eintreten. Dennoch lassen sich überhaupt drei Glieder, nämlich der untere Quader, der Pläner und der obere Kreidesandstein unterscheiden, von welchen der Pläner nach Verbreitung und Mächtigkeit als das bedeutendste Glied hervortritt.

1. Unterer Quader (Cenomanbildung).

Obwohl diese Etage, als die Unterlage des Pläners, eine noch grössere Verbreitung besitzt als dieser, so tritt sie doch meist nur an den Rändern und in den tieferen Thal-Einschnitten des Territoriums zu Tage aus, mit Ausnahme des Plateaus von Grünau bis Kaltenlutsch, und der Gegend von Blansko und Olomuczan, wo sie allein noch übrig ist. Ihre Mächtigkeit ist nicht sehr bedeutend, geringer als die des Pläners, doch etwas grösser, als die des oberen Kreidesandsteins. Dennoch lässt sie sich in zwei Stufen abtheilen, welche zwar nicht scharf gesondert, aber petrographisch hinreichend verschieden sind, nämlich in Quadersandstein und Grünsandstein; beide sind durchaus frei von jedem Gehalte an kohlensaurem Kalke.

a. Quadersandstein. Gewöhnlich feinkörniger, selten grobkörniger, bald fester, bald lockerer Sandstein, dessen abgerundete oder eckige Quarzkörner durch ein sparsames Cäment verbunden sind, weshalb das Gestein nicht selten in losen

---

*) Nach Reuss: Beiträge zur geogn. Kenntniss Mährens, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, V, 1854, S. 699 ff.

Sand übergeht. Die Farben sind sehr wechselnd, meist weiss und grau, aber auch schwärzlich, braun, gelb und selbst roth in verschiedenen Abstufungen, wie denn überhaupt Eisenoxydhydrat als Pigment und Cäment eine wichtige Rolle spielt; Knollen von Pyrit und von ockerigem Brauneisenerz kommen nicht selten vor.

Dieser untere Quadersandstein ist reich an mancherlei Einlagerungen, zunächst von Thon und Schieferthon, welche nicht selten Nester und sogar bauwürdige, mehre Fuss mächtige Flötze von Steinkohle beherbergen, wie bei Mährisch-Trübau, Boskowitz und Lettowitz. Auch sind diese Schieferthone bisweilen so reichlich mit Eisenkies imprägnirt, dass sie auf Alaun benutzt werden können, wie bei Obora und Walchow*). In dem kohligen schwarzen Schieferthone finden sich auch Nieren von thonigem, und schmale Lagen von pisolithischem Sphärosiderit, sowie von Thoneisenstein, während der Sandstein selbst bei Borotin und Krzetin Nester und Lager von ockerigem Brauneisenerz oder Thoneisenstein enthält. Bei Olomuczan geht der Quadersandstein als eine mit Platten und Schichten von Eisensandstein und mit grossen Nestern von Brauneisenerz erfüllte Sandablagerung zu Ende.

b. Grünsandstein. Ein durch Glaukonit mehr oder weniger grün gefärbter Sandstein, welcher die höhere Abtheilung der unteren Etage bildet, sehr einförmig in seinem Habitus, frei von fremdartigen Einlagerungen, und äusserst arm an Versteinerungen ist. Als ein ziemlich constantes Glied des unteren Quaders ist er an sehr vielen Orten zu beobachten, besonders aber im Thale von Moletein durch grosse Steinbrüche aufgeschlossen.

Die ganze untere Etage scheint arm an thierischen Ueberresten zu sein; Reuss führt nur gelegentlich *Inoceramus striatus*, *Pecten asper* und *Pinna Neptuni* an; dagegen sind Pflanzenreste besonders in den Schieferthonen, bisweilen auch im Quadersandsteine, ziemlich häufig, zumal die weit verbreitete *Geinitzia cretacea*.

2. Pläner. (Untere Turonbildung.)

Besonders im nördlichen Theile des Territoriums bildet er eine stetig ausgebreitete Decke, welche mit der Pläner-Ablagerung des Chrudimer und Königgrätzer Kreises zusammenhängt, und die mächtigste Etage der mährischen Kreideformation darstellt.

Seine tieferen Schichten sind meist sehr sandig, ja mitunter so sandsteinähnlich, dass sie nur durch den stets vorhandenen Gehalt an kohlensaurem Kalk von dem unteren Quadersandsteine unterschieden werden können. Höher aufwärts nimmt der Kalkgehalt zu, und so entwickeln sich jene grauen oder gelblichen, feinsandigen, bisweilen auch glaukonitischen Kalkmergel, welche den eigentlichen Pläner ausmachen. Die obersten Partieen stellen meist einen dünnschichtigen, grauen oder gelblichen, weichen Thonmergel dar. Am häufigsten erscheint ein gelblicher oder gelblichgrauer Plänersandstein, welcher oft dunkelgrau gestreift und geflammt ist. Feine silberweisse Glimmerschuppen sind dem Gesteine fast immer, kleine Glaukonitkörner nur selten beigemengt; sehr gewöhnlich finden sich Concretionen eines feinkörnigen bis dichten, asch- bis rauchgrauen Kalksteins, welche meist unregelmässig gestaltet und unbestimmt begränzt sind, bei Ranigsdorf aber als scharf contourirte Kugeln und Ellipsoide erscheinen. Im

*) An letzterem Orte kommt im Sandsteine Mellit vor, während ein bernsteinähnliches Harz in den Kohlenflötzen gar häufig gefunden wird.

Allgemeinen zwar selten, aber stellenweise sehr zahlreich, kommen Lagen oder Knollen von grauem, flintähnlichem Hornstein vor, wie in der Gegend von Brüsau und Boskowitz. Endlich bilden Pyritknollen eine ziemlich häufige Erscheinung.

An Fossilien ist der mährische Pläner sehr arm. Am häufigsten finden sich noch Abdrücke und Steinkerne von *Inoceramus mytiloides*, selten Exemplare von *Micraster cor anguinum*, Kerne von *Exogyra columba* und einer *Pinna*, sowie Zweige der *Geinitzia cretacea*; auch sind bei Boskowitz ein paar grosse Ammoniten vorgekommen. Schon diese wenigen organischen Ueberreste, sowie die Lagerung über dem Quadersandsteine beweisen wohl den turonischen Charakter der ganzen Etage.

3. Oberer Kreidesandstein. (Obere Turonbildung.)

Diese Etage ist fast nur im nordwestlichen Theile des Territoriums, an der Gränze von Böhmen und Mähren, zwischen Böhmisch-Trübau und Glaselsdorf vorhanden, wo sie einen Raum von 3 Meilen Länge und im Mittel von 1½ Meilen Breite bedeckt.

Ihr Gestein ist wesentlich ein feinkörniger, kalkiger und mehr oder weniger glaukonitischer Sandstein; je mehr der kohlensaure Kalk zurücktritt, um so grösser ist der Glaukonitgehalt, und umgekehrt; doch fehlt der Kalk niemals, und stellenweise wird er so vorwaltend, dass das Gestein als ein feinkörniger Kalkstein erscheint, oder von Kalkspathadern durchzogen ist. Die organischen Ueberreste gehören zwar nur wenigen Species an, sind aber mitunter recht häufig. Vor allen sind die Scheeren von *Mesostylus antiquus* zu erwähnen, welche in manchen Schichten äusserst zahlreich vorkommen; überhaupt aber führt Reuss die folgenden Species auf:

Exogyra columba Goldf., sehr häufig.
Ostrea vesicularis Lam.
. . . *frons* Park.
Anomia truncata Gein.
Pecten laevis Nilss.
. . . *curvatus* Gein.
Cucullaea glabra Sow.
Pinna quadrangularis Goldf.
Lima multicostata Gein.
. . . *pseudocardium* Reuss
Serpula filiformis Sow.
Mesostylus antiquus Bronn

Reuss folgert aus diesen Versteinerungen und aus den Lagerungs-Verhältnissen, dass der mährische Kreidesandstein senonisch sein dürfe; doch lässt er sich wohl auch noch als turonisch betrachten. In welcher Beziehung er aber zu dem oberen Quadersandsteine Sachsens und Böhmens steht, darüber lässt sich, bei der noch mangelhaften Kenntniss der beiderseitigen Fossilien, kein bestimmtes Urtheil abgeben.

D. Kreideformation in Schlesien.

Wir beschliessen die Betrachtung dieser mittelteutschen Kreidebildungen mit folgender, von Beyrich entlehnten kurzen Uebersicht der Kreideformation Schlesiens*).

Die Formation existirt zuvörderst im nördlichen Schlesien in einer grösseren Mulde zwischen Wehrau, Bunzlau, Goldberg, Löwenberg und Naumburg,

*) Ueber die Lagerung der Kreideformation im schlesischen Gebirge; in den Abhandl. der Königl. Ak. der Wiss. zu Berlin vom Jahre 1855.

sowie in einer kleineren Nebenmulde bei Lähn. Noch mächtiger aber ist die an der Gränze gegen Böhmen, von Kloster Grüssau über Reinerz, Habelschwerdt, Mittelwalde und Grulich bis nach Schildberg in Mähren ausgedehnte Ablagerung, welche jedoch mit dem grossen böhmisch-mährischen Territorio gegenwärtig in keinem unmittelbaren Zusammenhange steht. Alle Schichten dieser schlesischen Gebiete gehören gleichfalls nur der oberen Kreideformation an.

1. Nördliches Gebiet.

In der Bunzlauer Hauptmulde beginnt die Formation an den Rändern mit einem rauhen, grobkörnigen Quadersandstein, welcher in der Gegend von Löwenberg und anderwärts in zahlreichen Steinbrüchen besonders zu Mühlsteinen verarbeitet wird. *Exogyra columba*, *Pecten asper*, *Neithea aequicostata*, *Ammonites rhotomagensis* und viele andere Fossilien beweisen, dass es derselbe Sandstein ist, welcher in Sachsen und Böhmen schon längst als das Aequivalent des englischen oberen Grünsandes, oder als ein Glied der Cenomanbildung erkannt worden ist. Er füllt auch den inneren Raum der Lähner Nebenmulde aus.

Ueber diesem Sandsteine zeigt sich nun auf der Ostseite des Boberthales, wie z. B. östlich von dem Dorfe Braunau und westlich von Pilgramsdorf, eine Ablagerung von dünnschichtigem, klüftigem, mergeligem Kalkstein, welcher, seiner petrographischen Beschaffenheit nach, eben so wie nach den wenigen darin gefundenen Fossilien, dem Pläner des Elbbassins von Dresden, oder jenem von Oppeln im Oderthale gleichgestellt werden muss, und der Turonbildung angehört.

Westlich vom Boberthale breitet sich dagegen über dem cenomanen Sandsteine ein sehr mächtiges und manchfaltig gegliedertes Schichtensystem aus, welches der Senonbildung zugerechnet werden muss. Dasselbe beginnt mit einer Thonablagerung, welcher thonige Sandsteine eingeschaltet sind; darüber folgt ein feinkörniger Sandstein, welcher bei Giersdorf reich an Fossilien ist, wie sie auch an der Nordseite des Harzes in einem senonischen Sandsteine gefunden werden. Endlich folgen mürbe Sandsteine mit Lagen von Töpferthon, oder auch lockere Sand- und Geröllschichten mit blockförmigen Concretionen eines sehr harten, kieseligen Sandsteins, welche sich durch eine glatte, gleichsam polirte Oberfläche auszeichnen. Zu dieser Etage gehören auch die Kohlenflötze von Ottendorf und Wenig-Rackwitz, sowie die Eisensteine von Wehrau.

2. Südliches Gebiet.

Dasselbe bildet einen 14 Meilen langen, aber nirgends über 1½ Meilen breiten Zug, welcher im Norden mit dem Felsenlabyrinthe von Adersbach und Weckelsdorf beginnt, in der Heuscheuer bis zu 2800 Fuss hoch aufragt, dann als eine unregelmässig ausgelappte Decke fortsetzt, und endlich, in einem sich immer mehr verschmälernden Busen, über Habelschwerdt und Kieslingswalde bis nach Grulich und Schildberg in Mähren verläuft.

Die nördliche Hälfte lässt nur die Cenomanbildung erkennen, welche an der Heuscheuer 1500 Fuss mächtig wird, und daselbst aus Quadersandstein mit mehrfach eingeschalteten Gliedern von Plänersandstein und von thonigem Kalkstein oder Pläner zusammengesetzt ist. Die innige Verknüpfung dieser verschiedenen Gesteine und ihre paläontologischen Charaktere beweisen in der That, dass die gesammte Masse der Heuscheuer wie der nordwestlich und südöstlich angränzenden Regionen nur eine einzige Abtheilung der Kreideformation, nämlich die Cenomanbildung repräsentiren. Will man also die petrographischen Namen Plänersandstein und Pläner beibehalten, so würden sie hier eine andere bathrologische Bedeutung haben, als in Sachsen und Böhmen.

Allein in dem schmalen Busen, der sich aus der Gegend westlich von Glatz bis nach Schildberg erstreckt, da sind über der Cenomanbildung noch jüngere, entweder turonische oder senonische Ablagerungen vorhanden, welche Beyrich vorläufig unter dem Namen des Kieslingswalder Systems zusammenfasste. Dasselbe beginnt mit einer vorwaltend thonigen Bildung, welche Nieren von Thoneisenstein und Sandsteinbänke enthält, die dem weiter aufwärts folgenden Gesteine petrographisch ganz ähnlich sind. Aus dieser Wechsellagerung von Thon und Sandstein entwickelt sich zuletzt selbständig eine mächtige Sandsteinbildung, deren Gestein frisch blaulichgrau, verwittert grünlichgrau oder graulichgelb erscheint, mit reichlichem Bindemittel und vielen Glimmerschuppen versehen ist, und oft in Conglomerat übergeht. Dieser Sandstein bildet östlich von Habelschwerdt eine Gruppe von Bergen, welche bei Kieslingswalde einen grossen Reichthum von Versteinerungen beherbergen; auch südlich von Mittelwalde ist er verbreitet, und führt daselbst bei Schreibendorf dieselben Petrefacten, welche Kieslingswalde berühmt gemacht haben. Vergl. Geinitz, die Versteinerungen von Kieslingswalde, 1843. Ausser vielen Conchiferen, Gastropoden und Blätterabdrücken ist es abermals der Krebs *Mesostylus antiquus*, dessen Scheeren in diesem Sandsteine besonders reichlich vorkommen.

§. 435. *Kreideformation in den Alpen.*

Die Kreideformation der Alpen ist in neuerer Zeit so weit erforscht worden, dass sich wenigstens eine allgemeine Parallelisirung ihrer verschiedenen Etagen mit denen des nördlichen Europa recht wohl durchführen lässt. Durch die trefflichen und z. Th. recht umfassenden Arbeiten von Studer, Escher, Pictet, Murchison, v. Hauer, Zekeli, Reuss, Gümbel u. A. ist das Dunkel erhellt worden, welches noch vor wenigen Jahren über diesem Gebiete der alpinen Gäa schwebte, und besonders daraus hervorgegangen war, dass damals die Nummulitenformation noch nicht scharf von der Kreideformation getrennt wurde, dass die Gesteine der alpinen Kreideformation eine grosse petrographische Aehnlichkeit mit den Gesteinen älterer Formationen besitzen, und dass die Lagerungsverhältnisse wegen der gigantischen Formen und gewaltsamen Dislocationen des ganzen Gebirgsbaues äusserst schwierig zu entziffern sind. Durch eine sorgfältige Berücksichtigung der paläontologischen Charaktere sind diese Schwierigkeiten grossentheils glücklich besiegt worden, und wir besitzen gegenwärtig eine ziemlich richtige Vorstellung von der Kreideformation der Alpen in ihrer ganzen Ausdehnung von Genf bis nach Wien.

A. Kreideformation der schweizer Alpen*).

Die Kreideformation trägt in den schweizer Alpen, wie schon in Savoyen und in den französischen Alpen, jenes eigenthümliche Gepräge, welches man als

*) Wir können hierbei nicht besser thun, als den Darstellungen zu folgen, welche Studer in seinem meisterhaften Werke: Geologie d. Schweiz, Bd. II, S. 64 ff. gegeben hat; ein Werk, in welchem der verwickelte Gebirgsbau der Alpen zum ersten Male mit einer solchen Klarheit, Vollständigkeit und Gründlichkeit behandelt worden ist, dass man ihm seine Bewunderung nicht versagen kann. Es ist wirklich staunenswerth, was in diesem Buche durch die gemeinschaftlichen Arbeiten von Studer und Escher geleistet worden ist.

ihren südeuropäischen Typus bezeichnen kann. Die Neocombildung ist in zwei bedeutenden Etagen, in dem Spatangenkalke und Rudistenkalke, ausgebildet, von denen zumal der letztere als das am meisten in die Augen fallende, durch Mächtigkeit, Verbreitung und Gesteinsbeschaffenheit gleich ausgezeichnete Glied der ganzen Formation auftritt. Der Gault ist durch seinen Petrefacten-Reichthum und durch die dunkle Farbe seiner Gesteine bezeichnet; die obere Kreideformation endlich erscheint als Sewenkalk, ein meist grauer und dichter Kalkstein.

Die cretacische Periode scheint aber in den Alpen eine Periode der Unruhe und Aufregung gewesen zu sein. Daher findet sich die ganze Reihenfolge nur selten vollständig; bald fehlt dieses, bald jenes Glied, und eine und dieselbe Abtheilung erscheint hier ausserordentlich mächtig, dort ganz unbedeutend. So fehlt z. B. in einem grossen Theile der Berner Alpen der Gault und der Sewenkalk, in der Umgebung des Brienzer Sees auch noch der Rudistenkalk; in der mittleren und östlichen Schweiz dagegen sind alle Abtheilungen vorhanden.

An den Störungen des Gebirgsbaues, an den Ueberkippungen mächtiger Schichtensysteme, an den Windungen, Faltungen und Ueberschiebungen derselben hat übrigens die alpine Kreideformation vollen Antheil genommen.

1. Neocombildung der schweizer Alpen.

Sie zerfällt, wie bereits erwähnt, in zwei mächtige Etagen, den Spatangenkalk und den Rudistenkalk.

a. Spatangenkalk.

Dunkelgraue bis schwarze, harte Mergel, also innige Gemenge von Kalk, Quarzsand und Thon, die zwischen Kalkstein und Sandstein schwanken, bilden die Hauptmasse dieser Etage. Bei vorwaltendem Kalkgehalte erscheint das Gestein als ein hellblau verwitternder, oft schiefriger Mergelkalk, oder auch als ein dünnschichtiger, unreiner, dichter bis körniger, mit Thonschiefer verwachsener Kalkstein, welcher oft Glaukonitkörner enthält. Bisweilen trifft man auch einen grünen Sandstein, welcher, bei rhomboëdrischer Zerklüftung und braunrother Färbung der Kluftflächen, eher an Grünstein, als an ein neptunisches Gebilde erinnert. Durch Concentration der Kieselerde entstehen härtere Streifen oder andere Concretionen, welche an der verwitterten Oberfläche als parallele Rippen, als Wülste oder Knauer hervorragen. Die Farbe der Oberfläche ist meist gelblichbraun und bräunlichgrau, auch nicht selten gestreift, wenn bräunliche kieselreiche Streifen mit hellblauen reineren Kalkstreifen abwechseln.

Man kennt diesen Spatangenkalk am Dent de Nivolet bei Chambery und von dort bis an die Arve; im Rhonethale südlich von Monthey und Bex, wo er horizontal liegt; besonders mächtig tritt er am Faulhorn auf, wo seine Dicke, vom Gipfel herab bis auf die Bättenalp, gewiss 500 Meter beträgt; die Brienzergräte bestehen fast gänzlich aus ihm, und eben so die unteren, gegen Norden steil abstürzenden Gehänge der Ralligstöcke, des Hohgants und Pilatus, vom Thuner bis an den Luzerner See. Mächtig und verbreitet ist die Bildung in Unterwalden und Schwyz, so wie von Lauterbrunnen bis nach Glarus, auch am Wallensee, in den Kuhfirsten und im Gebirge von Appenzell, von wo sie in das Vorarlberg verfolgt werden kann.

Diese, in anderen Ländern so fossilreiche Etage der Neocombildung erscheint in den Alpen oft auf grosse Erstreckung fast ganz leer an organischen Ueberresten. Bei Merligen, am Pilatus, bei Ricki am Urner See, am Glärnisch und am Sentis

finden sich besonders petrefactenreiche Punkte. Am allgemeinsten verbreitet sind *Toxaster complanatus Ag.* (oder *Spatangus retusus Lam.*, daher der Name Spatangenkalk), *Exogyra Couloni* und *Ostrea macroptera*. Man kennt aber auch

Discoidea macropyga	*Ammonites semistriatus*
Holaster l'Hardyi	. . . . . . *cryptoceras*
Terebratula praelonga	. . . . . . *asperrimus*
. . . . *lata*	*Belemnites subfusiformis*
. . . . *depressa*	. . . . . . *dilatatus*
Nautilus pseudoelegans	. . . . . . *bipartitus*

und manche andere Fossilien.

b. Rudistenkalk.

Wie in den französischen und savoyer Alpen so ist auch in der Schweiz der Rudistenkalk oder Caprotinenkalk das am meisten in die Augen fallende und anhaltendste Glied der Kreideformation. Nur in der inneren Kette der nördlichen Kalkalpen fehlt er zuweilen; in den mittleren und äusseren Ketten aber wird man ihn selten vermissen, wenn die Formation überhaupt vorhanden ist. In einer Mächtigkeit von 50 bis 100 Meter bildet er die tafelförmigen Felsen, welche oftmals die bewachsenen Abhänge der tieferen Gesteine krönen, und jene nackten, durchfurchten und zerrissenen Karrenfelder, welche als hellgraue, fast weisse Steinflächen das Grün der Alpweiden und Wälder unterbrechen.

Der Rudistenkalk ist auch im frischen Bruche heller als der Spatangenkalk. Gewöhnlich erscheint er licht bis dunkel rauchgrau oder blass graulichbraun, dicht oder körnigschuppig, im Bruche feinsplitterig, nicht selten von Kalkspathadern durchzogen, wie denn auch die von organischen Körpern abstammenden Hohlräume oft mit Kalkspath erfüllt sind. Die Schichtung ist mächtig aber oft undeutlich.

Von Annecy zieht sich der Rudistenkalk bis nach Cluse an der Arve, und weiterhin als eine schmale Zone über die Gegend von Bex bis an den Thuner See, und den Hohgant. Schon in dieser Kette fehlt stellenweise jede Bedeckung und der Kalkstein zeigt sich entblöst in nackten Karrenfeldern. Weit allgemeiner ist diese Entblösung auf dem südlichen Abfalle der Schratten und der Schafmatt im Entlebuch, deren ausgedehnte, schreckhaft zerklüftete Karrenfelder oder Schratten dem Gebirge seinen Namen gegeben haben. Am Pilatus ist der Rudistenkalk wieder von jüngeren Bildungen bedeckt; in Unterwalden aber erscheint er ausgezeichnet entwickelt und reich an Rudisten, die auf den nackten Felsflächen in auffallenden Figuren hervortreten, nach welchen Lusser diesen Kalkstein Hieroglyphenkalk genannt hat. Eben so erscheint er auch in Glarus, an der Nordseite des Wallensee und in den Gebirgen von Appenzell, wo er besonders reich an organischen Ueberresten ist, und von wo er weiter östlich nach Tyrol zieht.

Die Petrefacten gehören meist nur wenigen Arten an, und sind gewöhnlich sehr fest mit dem Gesteine verwachsen. Vorherrschend erscheinen Caprotinen und Radioliten; auch zeigen sich häufig Durchschnitte von Gastropoden und Conchiferen. Auf den nackten, grauen Steinflächen treten diese Schalen als braune oder schwarze Zeichnungen in mancherlei krummen Linien hervor. An der obersten Gränze findet sich vielorts eine fast nur aus Orbitolinen bestehende Schicht, welche Studer noch hierher rechnet, wofür sich auch noch später Escher erklärt hat. Ausser dieser *Orbitolina lenticularis* und mehren Korallen führt Studer noch folgende Fossilien auf:

Pentacrinus cretaceus Leym.	*Caprotina Lonsdalii Orb.*
Holaster suborbicularis Ag.	. . . . . . *gryphoides Orb.*
Toxaster oblongus Ag.	*Radiolites neocomensis Orb.*
Caprotina ammonia Orb.	*Terebratula lata*

Neithea atava — *Nerinea Archimedis* Orb.
Pholadomya Prevosti Desh. — . . . . . *Renauxiana* Orb.
Pteroceras pelagi Brong. — *Ammonites recticostatus* Orb.

Aus der Stockhorngruppe kennt man noch *Ancyloceras Emmerici*, *Ptychoceras puzosianum*, *Terebratula diphya* und einige Ammoniten.

2. Gault in den schweizer Alpen.

Diese Abtheilung der Kreideformation besteht in den Alpen aus bald grünen bald schwarzen Sandsteinen und Kalksteinen, welche ihre grüne Farbe einer mehr oder weniger reichlichen Beimengung von Glaukonit verdanken, aber durch die Verwitterung braun oder braunroth werden. Die Mächtigkeit ist selten bedeutend, und übersteigt vielleicht nirgends 50 Meter. So erscheint der Gault in Savoyen und in der südwestlichen Schweiz zwischen Bex und Sitten. Im Nordosten dagegen, in Appenzell und an den Kuhfirsten besteht er nach Escher von unten nach oben aus dunkelgrünem leicht zerfallendem Schiefer, aus quarzigem Sandsteine und endlich aus einem mit Kalksteinlinsen erfülltem Grünsandschiefer, dessen Aussenfläche durch Auswitterung der Kalklinsen ein eigenthümliches zerhacktes Ansehen erhält. An organischen Ueberresten pflegt der alpine Gault sehr reich zu sein.

So zumal in Savoyen, in der Umgebung von Samoens und Sixt, und in dem angränzenden Theile der Schweiz bei Ecouellaz, am Passe zwischen Bex und Sitten; von dort aus verliert sich jedoch der Gault bis an den Luzerner See, so dass in der ganzen Erstreckung der Berner und Luzerner Alpen die Neocombildung unmittelbar vom Nummulitenkalke bedeckt wird. In Unterwalden erscheint der Gault wiederum, und zieht sich, obwohl arm an Petrefacten, durch Schwyz, Glarus über die Kuhfirsten bis nach Appenzell, wo er in der Gruppe des Sentis wieder sehr reich an Fossilien ist. Aus dieser Gegend kennt man z. B.:

Tetragramma Brongniarti — *Turrilites Bergeri*
Terebratula Dutempleana — *Hamites attenuatus*
. . . . *sulcata* — *Ammonites Beudanti*
Inoceramus sulcatus — . . . . *Milletianus*
. . . . *concentricus* — . . . . *mammillatus*
Natica gaultina — *Belemnites minimus*.
Avellana subincrassata

Aus Appenzell ist der Gault weit hinein nach Tyrol verfolgt worden.

3. Sewenkalk, oder obere Kreideformation der schweizer Alpen.

Die obere Kreideformation scheint in den schweizer Alpen nur theilweise vorhanden zu sein, und wird durch den nach Sewen (Schwyz), einem ausgezeichneten Punkte seines Vorkommens benannten Sewenkalkstein repräsentirt. Dieser Kalkstein zeigt sich auch, besonders in Savoyen, so innig mit dem Gault verbunden, dass für eine Zwischenbildung gar kein Raum übrig bleibt.

Der Sewenkalk ist ein hell- oder dunkelgrauer, zuweilen rother, dichter, oft thoniger Kalkstein von muscheligem Bruche, und einer gewöhnlich nicht dicken aber deutlichen Schichtung, deren wellige Ablosungen meist mit dünnen, fettglänzenden Membranen eines dunkeln Mergelschiefers überzogen sind, die den Stein zuweilen in sphäroidische Knollen absondern. Feuersteinknauer sind öfters vorhanden.

Dieser Kalkstein ist in Savoyen bei Thones unweit Annecy von Murchison nachgewiesen worden*), von wo er sich wohl bis in die Gegend von Bex verfolgen lassen

*) *On the geol. structure of the Alps etc.* p. 185.

dürfte. Aber wie der Gault, so verschwindet auch er weiterhin, um erst wieder in der Gegend von Alpnach aufzutreten, und sich über die Gebirge von Unterwalden auszubreiten. Von da aus zieht er sich über Sewen und den Gipfel des Mythen durch Schwyz nach der Nordseite der Kuhfirsten, in das Gebirge von Appenzell und weiter östlich nach Tyrol.

Unter allen Gliedern der alpinen Kreideformation ist diese Etage am ärmsten an organischen Ueberresten, weshalb auch ihr Alter am längsten unbestimmt geblieben ist. Die bis jetzt bekannten Species sind:

Micraster cor anguinum	*Inoceramus regularis* Orb.
Ananchytes ovatus	*Ammonites peramplus* Sow.
Inoceramus Cuvieri	. . . . . . *lewesiensis* Sow.
. . . . *Cripsii*	

Aus diesen Petrefacten scheint zu folgen, dass der Sewenkalk der Turon- und unteren Senonbildung entspricht; indessen vermuthete schon Escher, dass er vielleicht auch die Cenomanbildung mit begreifen dürfe.

B. Kreideformation der österreicher Alpen.

Ueber die Kreideformation in den östlichen Alpen, in Vorarlberg, Tyrol, Salzburg und Oesterreich, gab v. Hauer eine kurze Uebersicht*), aus welcher sich ergiebt, dass dort in der Hauptsache dieselben Abtheilungen vorhanden sind, obwohl in den salzburger und österreicher Alpen der Sewenkalkstein durch die sogenannten Gosaubildungen vertreten wird, deren turonischer Charakter noch entschiedener ausgesprochen zu sein scheint.

1. Neocombildung der östlichen Alpen.

Ungeachtet der vielen Abweichungen des petrographischen Habitus wird die Neocombildung in den östlichen Alpen wie in den Karpathen durch manche Leitfossilien charakterisirt, von denen besonders folgende zu nennen sind:

Toxaster complanatus	*Ammonites cryptoceras*
Caprotina ammonia	. . . . *semistriatus*
Crioceras Duvalii	. . . . *Grasianus*
Scaphites Ivani	. . . . *quadrisulcatus*.
Nautilus plicatus	

Diese Schichten, zu welchen ohne Zweifel ein Theil des sogenannten Wiener Sandsteins gehört, sind die Aequivalente des Spatangenkalkes der Schweiz und des Biancone in Oberitalien. Der Salzberg bei Ischl und das Rossfeld bei Hallein sind ein paar der wichtigsten Localitäten ihres Vorkommens; in den bayerischen Alpen kennt man sie am Grünten, und in Vorarlberg sind sie von Escher mehrorts nachgewiesen worden. Auch in den südlichen Alpen finden sie sich im Canton der Sette Communi und im Venetianischen.

In den nördlichen Alpen hat man besonders zwei Schichtensysteme hervorgehoben und nach dem Rossfelde und Schrambach, als zweien ausgezeichneten Localitäten ihres Vorkommens benannt.

Die Rossfelder Schichten sind dunkelfarbige, z. Th. sandige Mergel, welche mehrorts im Innern der Alpen auftreten. Die Schrambacher Schichten dagegen

*) In den Sitzungsberichten der Kaiserlichen Akademie, 1850, S. 305 ff. und Zeitschr. der deutschen geol. Ges. IV, S. 660 f.; auch Geol. Uebers. der Bergbaue der österr. Monarchie, 1855, S. 12.

sind licht gefärbte Kalkmergel von muscheligem Bruche (weisse Aptychenkalke oder Ruinenmergel), welche nicht nur im Innern der Alpen, sondern auch im Gebiete des Wiener Sandsteins auftreten; weshalb denn ein grosser Theil dieses Sandsteins, zumal im östlichen Gebiete, wo er mit Kalksteinen wechselt, welche Aptychen und Belemniten führen, der Neocombildung angehört.

Nach Peters sind in den österreicher Alpen die unteren Neocomschichten von denen sie unterteufenden jurassischen Schichten nur schwer zu trennen, weil sie oft petrographisch sehr ähnlich, concordant gelagert, und beiderseits fast nur mit Aptychen versehen sind, die aber sehr häufig vorkommen. Das zahlreiche Auftreten dieser Aptychen, ohne Begleitung von Ammoniten, dürfte nach Peters beweisen, dass diese problematischen Fossilien nicht blose Deckel von Ammonitenschalen waren. Die wichtigste und besonders bezeichnende Species ist *Aptychus Didayi* Coq.; ausser ihm führt Peters noch neun andere Species auf.

In den Karpathen gehört eine breite Zone des sog. Wiener Sandsteins bei Teschen hierher, welche reich an Sphärosiderit ist, nach Hohenegger auf Jurakalkstein aufliegt und viele ächt neocome Fossilien umschliesst; auch fand Zeuschner im sog. Karpathensandsteine südlich von Wieliczka *Belemnites bipartitus* und andere charakteristische Formen.

In Vorarlberg aber hat Escher insbesondere auch die zweite, durch *Caprotina ammonia* ausgezeichnete Etage des Rudistenkalkes erkannt, so dass die Neocombildung dort eben so ausgebildet ist, wie in der Schweiz.

2. Gault in den östlichen Alpen.

Diese Abtheilung ist bis jetzt wohl nur in Vorarlberg bei Rankweil und Feldkirch so wie am Grünten bei Sonthofen in Baiern nachgewiesen worden, wo sie nach Escher als ein dunkelgrüner, kalkiger Sandstein oder auch Kalkschiefer ausgebildet ist, welcher wohlbekannte Gaultfossilien, und bei Rankweil insbesondere auch Turriliten enthält, weshalb ihn Escher einstweilen Turriliten-Sandstein nannte. Neues Jahrb. für Min. 1846, S. 425.

3. Obere Kreideformation in den östlichen Alpen.

Die weisse Kreide fehlt in den östlichen Alpen und Karpathen gänzlich; dagegen sind solche Schichtensysteme ziemlich verbreitet, welche der Turonbildung und vielleicht noch den unteren Gliedern der Senonbildung entsprechen. Dahin gehören zuvörderst der aus der Schweiz durch Vorarlberg bis in die bayerischen Alpen zu verfolgende Sewenkalkstein, weiter östlich aber, in Salzburg und Oesterreich. die Gosaubildung, welchen beiden in den südlichen Alpen und in Oberitalien die Scaglia aequivalent zu sein scheint.

Die Gosaubildung besteht aus sehr verschiedenen mergeligen, sandigen, conglomeratartigen und kalkigen Gesteinen, welche gewöhnlich in tiefen Thälern, ringsum von hohen Kalkbergen eingeschlossen vorkommen, und theils auf Alpenkalkstein theils auf Buntsandstein aufliegen.

Aus den Untersuchungen von Zekeli, Reuss und Ehrlich*) ergiebt sich ziemlich übereinstimmend das Resultat, dass eine bestimmte Reihenfolge der verschiedenen Gesteine in den Bassins der Gosaubildung nicht Statt findet, dass vielmehr der

*) Ehrlich, geognostische Wanderungen im Gebiete der nordöstlichen Alpen, 1852, S. 54 f.; Reuss, Geol. Unters. im Gosauthale, im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, 2. Jahrg. 4. Quartal S. 52; und Zekeli, in der Einleitung zu seinem fleissigen Werke über die Gastropoden der Gosaugebilde, welches im ersten Bande der Abhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt enthalten ist. Am wichtigsten sind jedoch die Beiträge zur Charakteristik der Kreideschichten in den Ostalpen von Reuss; Wien 1854.

höchst unregelmässige Wechsel von Schichten mit und ohne Versteinerungen, von Mergeln, Sandsteinen, Conglomeraten und Rudistenbänken eine Gliederung nach einzelnen Etagen ganz unmöglich macht. Die mancherlei Gesteine der Gosaubildung sind daher, wie Reuss sagt, zu einem einzigen Systeme verbunden, dessen Schichten an verschiedenen Punkten nach den verschiedenen Localverhältnissen wechseln, ohne dass sich jedoch in diesem Wechsel eine Regelmässigkeit, ein bestimmtes Gesetz nachweisen liesse.

Indessen giebt sich doch ein Verhältniss zu erkennen, welches wenigstens im Gosauthale die Unterscheidung zweier Gruppen gestattet. Im Gosauthale und Russbachthale nämlich, wo die ganze Bildung eine Mächtigkeit von 2500 Fuss erreicht, ist nur die untere Abtheilung mit organischen Ueberresten versehen, während die obere Abtheilung ganz frei davon ist. Auch walten die Conglomerate nach unten vor; über ihnen liegen sehr mächtig die petrefactenreichen, meist blaulichgrauen Mergel mit eingeschalteten Bänken von Rudistenkalkstein, von Sandstein und Conglomerat, und damit endigt die untere, fossilhaltige Gruppe. Die obere, fossilfreie Gruppe besteht vorwaltend aus grauen und rothen Mergeln, mit seltenen Einlagerungen von Sandstein und Conglomerat, bis endlich eine Sandstein-Etage das Ganze beschliesst.

Die Conglomerate bestehen gewöhnlich aus Geröllen von Buntsandstein und Jurakalk mit kalkigem oder thonigem Cäment, spielen meist eine sehr untergeordnete Rolle, treten aber, eben so regellos wie die Rudistenbänke, bald höher bald tiefer zwischen den Mergeln, Schiefern und Sandsteinen auf, in welche sie durch allmälige Verfeinerung des Kornes übergehen. Die Sandsteine sind meist grau oder graulichweiss, und wechseln vielfach in der Grösse des Kornes und in ihrer sonstigen Beschaffenheit; eine feinkörnige Varietät liefert die bekannten Gosauer Wetzsteine. Von den gewöhnlichen, blaulichgrauen oder röthlichen, leicht verwitternden und fossilreichen Mergeln unterscheiden sich auffallend die hier und da (wie bei Klein-Zell, an der Reissalpe und bei Lilienfeld) vorkommenden, lebhaft bunt gefärbten und äusserst dünnschieferigen Gesteine, welche ganz frei von Fossilien sind. Steinkohlen kennt man an mehren Orten, wie bei Grünbach und St. Wolfgang; in ihrer Nähe kommen auch Pflanzenreste vor, z. B.

Geinitzia cretacea Endl.	*Phyllites pelagicus* Unger
Pecopteris Zippei Corda	*Flabellaria longirhachis* Unger.

Ausserdem gehören zu den wichtigsten Fossilien der Gosaubildung:

Cyclolites ellipticus Lam.	*Inoceramus Cuvieri* Sow.
Thamnastraea agaricites Edw.	. . . . . . *Cripsii* Mant.
Hippurites cornu vaccinum Bronn	*Cardium productum* Sow.
. . . . . . *organisans* Desm.	*Nerinea bicincta* Bronn
. . . . . . *sulcatus* Defr.	*Actaeonella laevis* Orb.
Caprina Aguilloni Orb.	. . . . *gigantea* Orb.
Ostrea vesicularis Lam.	*Natica bulbiformis* Sow.
Neithea quinquecostata Bronn	

Cephalopoden sind selten; doch kommen noch einzelne Ammoniten, Scaphiten und Nautili vor. Von Gastropoden finden sich viele Species von *Cerithium*, *Voluta*, *Fusus*, *Turbo*, *Rostellaria*, *Delphinula*, welche oft an tertiäre Formen erinnern, und auch einen ähnlichen Zustand der Erhaltung zeigen, desungeachtet aber, wie Zekeli gezeigt hat, von allen tertiären Species verschieden sind. Conchiferen sind ungemein häufig, zumal viele Pectiniden, Crassatellen und Arcaceen. Sehr selten erscheinen Brachiopoden, Echinodermen und Krinoiden, wogegen Rudisten und Korallen in erstaunlicher Menge auftreten.

Wichtige Localitäten der Gosaubildung sind: die Neue Welt und Grünbach, westlich von Wiener-Neustadt, die untersten Abhänge des Kettenloitzberges nord-

westlich von Neunkirchen, Breitensol südlich von Buchberg, Gansbauer nordwestlich von Gloggnitz, Gams bei Hieflau, Hinter-Laussa, Windischgarten, das Gosauthal als typische Region, St. Wolfgang, der Untersberg, Geschwend bei Kössen und Brixlegg in Tirol.

In den Südalpen ist die obere Kreideformation gewöhnlich durch hellfarbige, sehr dichte und feste Kalksteine vertreten, in denen Ueberreste von *Inoceramus, Hippurites, Ananchytes* und auch stellenweise, wie z. B. bei Sirone, von *Actaeonella gigantea* vorkommen. Santa-Croce bei Belluno ist ein an Fossilien besonders reicher Punkt. — In Istrien und Dalmatien spielen vorzüglich die Rudistenkalksteine eine sehr wichtige Rolle.

C. Kreideformation der bayerischen Alpen.

Die neueste Darstellung der Kreideformation der östlichen Alpen gab Gümbel in seinem reichhaltigen Werke über das bayerische Alpengebirge*); auch glauben wir die Betrachtungen dieser Formation nicht besser beschliessen zu können, als mit einer Uebersicht der von diesem ausgezeichneten Geologen gewonnenen Resultate.

Gümbel anerkennt dieselben fünf Abtheilungen der Kreideformation, welche wir in diesem Lehrbuche angenommen haben, und glaubt solche auch in den bayerischen Alpen nachweisen zu können, obgleich dort die untere Kreideformation und besonders die Neocombildung weit mächtiger ausgebildet und bestimmter charakterisirt ist, als die obere Kreideformation.

I. Untere Kreideformation.

1. Neocombildung. Die Profile an der Canisfluhe und im Larosgraben geben den schönsten Aufschluss über die Gliederung derselben, welche so manchfaltig ist, dass Gümbel nicht nur eine untere und eine obere Abtheilung, sondern auch in jeder derselben drei verschiedene Stufen unterscheidet.

a. Untere Neocombildung.

α. Erste Stufe. Sie besteht aus dunkelfarbigem, grauem und schwarzem, doch gelblichgrau verwitterndem Mergelschiefer, aus sandigem Schiefer, Sandstein, grosskörnigem glaukonitischem Oolith, und schwarz geadertem Kalkstein. Die untersten Schichten sind fast fossilfrei, bis auf seltene Fucoiden; in den Oolithen aber finden sich viele organische Ueberreste, und zwar besonders:

Rhynchonella depressa Orb.	*Ostrea Boussingaulti* Orb.
. . . . *lata* Orb.	*Astarte striatocostata* Orb.
Terebratula praelonga Sow.	mehre Korallen
. . . . *Carteroniana* Orb.	Cidaritenstacheln
. . . . *Marcousana* Orb.	*Chondrites sp.*

β. Zweite Stufe. Hellfarbiger, erdiger Kalkschiefer mit vielen Aptychen, auch Ammoniten und Crioceraten; dunkelfarbiger sandiger Mergelschiefer, aschgraue fleckige Mergel, und verschiedene kieselige und sandige Schichten. Diese Stufe ist es, welche zuerst von Lill am Rossfelde erkannt, und durch Franz v. Hauer unter dem Namen der Rossfelder Schichten der Neocombildung zuge-

*) Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges, 1861, S. 125 ff. und besonders 519 ff.

wiesen wurde; auch gehören zu ihr die von Lill aufgeführten Schrambacher Schichten, welche Lipold als neocome von den jurassischen Oberalmer Schichten trennte. Vorzüglich bezeichnende Fossilien sind:

Aptychus Didayi Coq.	*Ammonites infundibulum* Orb.
.... *angulatocostatus* Pet.	..... *Astierianus* Orb.
.... *breviflexuosus* Gümb.	..... *Jeannoti* Orb.
Crioceras Duvalii Orb.	..... *quadrisulcatus* Orb.
.... *Emerici* Orb.	

In Oberitalien wird diese Stufe durch den Biancone repräsentirt.

γ. Dritte Stufe. Schwarzgraue kieselige Kalkbänke und harte, dünnschieferige Mergelschiefer walten vor; ihnen untergeordnet sind hellgraue dichte Kalksteine, schwarze Kieselkalke, graue Hornsteine, dichte schwarze oder grünliche Mergelsandsteine und weiche Mergelthone. Die festen Gesteine werden von zahlreichen weissen oder pomeranzgelben Kalkspathtrümern durchschwärmt. Obgleich die Mächtigkeit dieser Stufe 900 bis 1100 Fuss beträgt, so ist sie doch arm an Fossilien, von welchen

Toxaster complanatus Ag.	*Ostrea macroptera* Orb. und
Terebratula tamarindus Sow.	*Belemnites semicanaliculatus* Blainv.
Exogyra Couloni Defr.	

die wichtigsten sind. Nach Osten keilt sich diese Stufe, welche offenbar dem Spatangenkalke Studers entspricht, zugleich mit dem Schrattenkalke aus.

b. Obere Neocombildung.

Ueber den vorigen Schichten folgt nun, 30 bis 150 Fuss mächtig, der schon aus der Ferne durch seine weissen mauerähnlichen Felsenriffe ausgezeichnete Schrattenkalk. In oft stundenweit hinziehenden unersteiglichen Felsenmauern setzt er fort bis zum Grünten, wo er sich rasch auskeilt, so dass er das Lechthal nicht mehr erreicht. Trotz der geringen Mächtigkeit lassen sich drei Stufen unterscheiden.

α. Gruppe der *Caprotina ammonia*; Bänke eines lichtgrauen, dichten, ziemlich reinen Kalksteins, erfüllt mit Rudisten, besonders mit *Caprotina ammonia* Orb.

β. Gruppe der Bryozoën; weisser, oolithischer Kalkstein, strotzend von Bryozoën, Foraminiferen und Korallen, welche auf der verwitterten Oberfläche hervorragen und solche ganz rauh machen.

γ. Gruppe der *Orbitulina lenticularis*; dichte bis feinkörnige, mehr oder weniger glaukonitische, mit schwarzen Hornstein-Nieren oder mit Pyritknollen erfüllte, auch dunkelfarbige, flaserige Kalksteine, ausgezeichnet durch *Orbitulina lenticularis*, welche oft ganze Gesteinsbänke bildet.

2. Gault. Derselbe besteht hauptsächlich aus weissen und grünen Sandsteinen, welchen überall als oberste Decke ein weisser oder röthlicher, flaseriger Kalkstein der folgenden Etage aufliegt; bei vollständiger Ausbildung zeigt er drei Glieder.

a. Grüne Mergelschicht von geringer Mächtigkeit, und stellenweise fehlend.
b. Riffsandstein; quarziger, gelblichweisser oder grauer, selten glaukonitischer, sehr fester Sandstein ohne organische Ueberreste.
c. Grünsandstein; durch Glaukonitkörner grün gefärbter sandiger Kalkstein oder kalkiger Sandstein, zuweilen so dicht, dass er wie Aphanit erscheint; er enthält oft Nester und Trümer von Hornstein, auch Pyritknollen, ist 20 bis 80 Fuss mächtig und das wichtigste Glied der ganzen Abtheilung. Von den nicht gerade häufigen Fossilien nennt Gümbel zunächst:

Ammonites Beudanti Brong. und *Turrilites Bergeri* Brong.

dann auch noch

Inoceramus concentricus — *Turrilites catenatus*
. . . . . *sulcatus* — *Belemnites minimus*
Ammonites Milletianus — Hamiten

und andere Formen. An diesen Sandstein schliesst sich die folgende Bildung innigst an.

II. Obere Kreideformation.

3. Sewenkalkstein. Ueber dem Gault breitet sich eine mächtige Ablagerung von dünnschichtigem, knollig-flaserigem, hellfarbigem Kalkstein aus, welcher nach unten noch glaukonitisch, überhaupt aber durchweg so innig mit dem Gault verbunden ist, dass man ihn kaum davon trennen möchte.

Dennoch weicht er paläontologisch von ihm ab, denn die Kalkschichten enthalten vorherrschend nur

Inoceramus striatus Mant. — *Inoceramus Cuvieri* Sow.
. . . . . *cuneiformis* Orb. — *Belemnites minimus* List.

Gümbel ist daher geneigt, diesen Kalkstein der Cenomanbildung beizurechnen.

Weiter aufwärts folgen graue, schwärzlich geflammte, thonige Mergelschiefer mit selten eingeschalteten Kalksteinschichten, 150 bis 200 F. mächtig, welche von Escher und Studer mit dem Sewenkalkstein vereinigt werden, in Vorarlberg und Bayern aber wenigstens petrographisch getrennt werden können. Von Fossilien finden sich besonders:

Inoceramus Cuvieri
. . . . . *cuneiformis* und
Scaphites aequalis.

Gümbel lässt die Stellung dieser Mergel noch unbestimmt, und nennt sie einstweilen Sewenmergel.

4. Gosaubildung. Unmittelbar an die Gosauschichten der österreicher Alpen, welche über die Salzach westwärts nach Bayern eintreten, schliessen sich die bekannten prächtigen Marmorkalksteine am Fusse des Untersberges und die mit Hippuriten erfüllten Kalksteine von Reichenhall an, um dann, mit einer den normalen Gosaugebilden ganz ähnlichen Beschaffenheit, weiter westlich bis nach Pfronten und Imst fortzusetzen.

Am Untersberge finden sich, ausser *Hippurites cornu vaccinum* und *H. sulcatus*, auch mehre Species von Radioliten oder Sphäruliten, während sich in den weiter westlich liegenden Gegenden statt der Rudisten die *Orbitulina concava* in ganz ausserordentlicher Menge einfindet. Durch Reuss ist der turonische Charakter der Gosaubildungen erwiesen worden, welcher demnach auch den ähnlichen Gebilden der bayerischen Alpen zukommt.

5. Senonbildung. Wie in den Alpen überhaupt die Senonbildung nur selten und in sehr untergeordneter Weise zur Entwickelung gelangt ist, so gilt diess auch für die bayerischen Alpen.

Im Nierenthale, unweit der durch ihren Hippuritenfels berühmten Nagelwand am Untersberge, werden die Gosaugesteine von grünen und grauen Sandsteinen und dünnschieferigen, grauen oder rothen Mergelschiefern bedeckt,

welche *Micraster cor anguinum*, *Ostrea vesicularis* und *Belemnitella mucronata* enthalten. Ganz dieselben Schichten mit zahlreichen senonischen Fossilien wurden kürzlich im Plattenauer Stollen am Kressenberge aufgeschlossen.

Noch glauben wir folgende Bemerkungen von Gümbel hier anknüpfen zu müssen. Die Verbreitungsgebiete der unteren Kreideformation schliessen sich meist unmittelbar an diejenigen der jüngsten Juraschichten an; dagegen sind die Verbreitungsgebiete der oberen Kreideformation so unabhängig von jenen der unteren, dass sie sich fast nirgends berühren, und mehr neben, als über einander geordnet erscheinen. Diese merkwürdige räumliche Trennung zwischen der unteren und oberen alpinen Kreide hängt mit den Verhältnissen zusammen, welche die Kreideformation der bayerischen Alpen zu jener der westlichen und östlichen Alpen erkennen lässt.

Die unteren Kreidegebilde zeigen eine solche Uebereinstimmung mit denen der Schweiz und der Provence, dass sie offenbar in einem und demselben Meerestheile gebildet worden sein müssen. Vom Sentis aus ziehen sich die Neocombildung, der Gault und der Sewenkalkstein durch Vorarlberg und den Algäu bis zum Grünten. Das grosse Profil an der Canisfluhe im Bregenzer Walde wiederholt sich im Kleinen am Grünten, welcher ein sehr übersichtliches Bild des ganzen Gebirgsbaues gewährt. Aber östlich vom Lech da verschwindet die Neocombildung, obgleich sich der Gault und der Sewenkalk noch weiter verfolgen lassen, bis das Innthal auch für sie das Ende bezeichnet.

Dafür zieht hoch oben im Gebirge die Neocombildung mit einer eigenthümlichen Facies gegen die österreicher Alpen hin, wo sie sich als ein mächtiges, aus Mergelschiefer, Sandstein, Mergelkalk und weissem Kalkschiefer bestehendes Schichtensystem vorfindet, welches fast nur Fucoiden enthält, wie sie sich ganz ähnlich im tertiären Flysch wiederholen. Die wahren Verhältnisse dieser flyschähnlichen Neocomschichten finden ihre Aufklärung bei Berchtesgaden, in den Schluchten des Larosbaches, wo die ältesten Kreideschichten immer zahlreichere Schichten von flyschähnlicher Beschaffenheit mit Fucoiden, dazu den Ruinenmarmor des Wiener Sandsteins zwischen sich aufnehmen, während ihre Bedeckung durch die Rossfelder Schichten, und ihre Auflagerung auf den Oberalmer Schichten keinen Zweifel über ihre Zugehörigkeit zur Neocombildung gestattet. Gümbel, a. a. O. S. 519 — 522.

Der Umfang, den unser zweiter Band bereits gewonnen hat, nöthigt uns, der Aufführung von Beispielen der Kreideformation hiermit ein Ziel zu setzen; doch glauben wir, dass die dazu ausgewählten Territorien eine hinreichende Vorstellung von der verschiedenen Ausbildungsweise dieser Formation gewähren, und den Leser in den Stand setzen werden, sich auch in anderen Territorien gehörig zu orientiren.

Ende des zweiten Bandes

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



